



# **TRABAJO DE FIN DE GRADO**

**Diseño del sistema inbound-  
outbound de un centro de  
tratamiento de vehículos al final  
de su vida útil**

**GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA**

**TUTOR: GUILLERMO MAGAZ PILAR**

**AUTORA: ANDREA PIÉ FERNÁNDEZ**

## Agradecimientos

En primer lugar, quiero dedicar este proyecto a todas las personas importantes en mi vida (y a mi gato que me ha hecho compañía mientras escribía este proyecto). Ellos, que siempre están ahí, por lo tanto, no sólo han contribuido a realizarlo, sino que me han acompañado en el camino hasta aquí. Muchas gracias, compañeros de viaje.

En segundo lugar, quiero agradecer a Fernando, Álvaro, Luis y Christian, profesionales de Desguaces El Pibe, Desguaces El Rubio, Cesvi Recambios (CesviMap) y Desguaces La Torre, que dejasen sus quehaceres diarios para atenderme y responder a mis dudas. Muchas gracias porque sé que el tiempo no os sobra y, aun así, os parasteis a ayudarme.

Por último, quiero agradecer a mi tutor que confiase en mí para realizar este proyecto y su ayuda durante la realización de este.

MUCHAS GRACIAS

Andrea

## Resumen

El siguiente documento constituye la memoria de un proyecto que consiste en estudiar y definir los procesos de clasificación y planificar las áreas de tratamiento con los que cuenta un Centro Autorizado de Tratamiento (de ahora en adelante: CAT) de Vehículos al Final de su Vida Útil, de acuerdo siempre a la normativa vigente. Para ello se presentará el diseño de la estructura inbound-outbound del Centro de Tratamiento para el desmontaje, clasificación y tratamiento de los residuos que se encuentran en un vehículo para su gestión en la cadena de reciclado, reutilización y valoración.

El proyecto comprenderá diversas fases siendo las primeras: la definición de objetivos, estudio situación actual y la normativa aplicable, partiendo de la hipótesis inicial en la que se basa todo el proyecto.

La hipótesis inicial es la siguiente: el proyecto ha sido solicitado por un cliente, el cual quiere abrir un Centro Autorizado de Tratamiento en la Comunidad de Madrid. El CAT se centrará en turismos, todoterrenos y vehículos industriales de hasta 3500kg, no se considera la descontaminación y desmantelamiento de maquinaria agrícola, camiones, maquinaria de obras públicas, etc. El cliente quiere invertir el menor dinero posible para su puesta en marcha, lo cual implica que la reducción de costes es una parte fundamental, por lo tanto, se debe reducir al mínimo la superficie que ocupará el CAT y los tiempos de procesado. El cliente solicita que el CAT se plantee para la venta de piezas al por mayor, no se venderán unidades a particulares.

Partiendo de la hipótesis se realiza el estudio correspondiente: socioeconómico, normativa aplicable, situación actual, procesos necesarios, etc. Una vez realizado este estudio se procede al diseño del sistema inbound-outbound del CAT en el que se definirán tanto los procesos como la forma, lugar, y orden en el que llevarlos a cabo, así como se definirá la estructura y distribución de las instalaciones. En los Anexos se detallarán características técnicas como especificaciones técnicas de maquinaria e instalaciones y planos generales de las diferentes áreas de las que consta un CAT.

En la última parte puede encontrarse el presupuesto aproximado, así como las conclusiones extraídas.

## Abstract

The following document is the memory of a project that consists on studying and defining the classification processes that follows an Authorized Treatment Center (ATC) of Vehicles at the End of their Useful Life, and also planning the treatment areas according to the current regulations. This document presents the design of the inbound-outbound structure of the Treatment Center for the dismantling, classification and treatment of the waste found in a vehicle, at the end of its useful life, for its management in the recycling, reuse and valuation chain.

The project will include several phases, the first one: the definition of objectives, study of the current situation and the applicable regulations, all based on the initial hypothesis on which the entire project is based.

The initial hypothesis is as follows: the project has been requested by a client, who wants to open an Authorized Treatment Center in the Community of Madrid. The ATC will focus on passenger cars, off-road vehicles and industrial vehicles of up to 3500kg, decontamination and dismantling of agricultural machinery, trucks, public works machinery, etc. is not considered. The client wants to invest as little money as possible for its implementation, which implies that the reduction of costs is a fundamental part, therefore the area occupied by the ATC and the processing times should be reduced to a minimum. The client requests that the ATC is designed for the sale of wholesale parts.

Based on the hypothesis, the corresponding study is carried out: socioeconomic, applicable regulations, current situation, necessary processes, etc. Once this study is carried out, the design of the ATC's inbound-outbound system will be carried out, defining both the processes and the form, place, and order to carry them out, as well as defining the structure and distribution of the facilities. The Annexes will detail technical characteristics such as technical specifications of machinery and facilities and general plans of the different areas of the ATC.

In the last part you can find the approximate budget as well as the conclusions drawn.

## Índice

Agradecimientos.....	i
Resumen .....	ii
Abstract.....	iii
Índice .....	iv
Índice de figuras .....	ix
Índice de tablas .....	xi
Índice de gráficos.....	xii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Motivación del trabajo.....	1
1.2. Objetivos y alcance del proyecto.....	2
1.3. Marco regulador .....	4
1.3.1. Marco regulador de un Centro Autorizado de Tratamiento de Vehículos al Final de su Vida Útil.....	4
1.3.2. Marco regulador aplicable a los diferentes elementos técnicos de forma individual.....	6
1.4. Definiciones y siglas.....	7
2. ESTADO DEL ARTE .....	8
2.1. Situación actual .....	8
2.2. Entorno socioeconómico .....	11
2.3. Introducción a los principales procesos que debe desarrollar un CAT .....	16
2.3.1. Introducción al proceso de recepción.....	16
2.3.2. Introducción al proceso de descontaminación y desmontaje .....	17
2.3.3. Introducción al proceso de prensado .....	19
2.3.4. Introducción al proceso de preparación de componentes para su reutilización	19
2.4. Diseño de soluciones .....	20
3. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN.....	20
3.1. Descripción.....	20
3.2. Análisis de requisitos.....	21
3.2.1. Requisitos iniciales.....	21

3.2.2.	Imperativos legales: relación de procesos y requisitos técnicos obligatorios	21
3.2.2.1.	Proceso de recepción: imposiciones de la normativa .....	22
3.2.2.1.1.	Real Decreto 20/2017, de 20 de enero, sobre los vehículos al final de su vida útil	22
3.2.2.1.2.	UNE 26470:2002, de Julio de 2002.....	22
3.2.2.2	Proceso de descontaminación y desmontaje: imposiciones de la normativa .....	23
3.2.2.2.1.	Real Decreto 20/2017, de 20 de enero, sobre los vehículos al final de su vida útil .....	23
3.2.2.2.2.	UNE 26470:2002, de Julio de 2002.....	29
3.2.2.2.3.	Ley 22/2011: tratamiento de los residuos en el CAT .....	33
3.2.2.3.	Proceso de prensado: imposiciones de la normativa .....	36
3.2.2.3.1.	Real Decreto 20/2017, de 20 de enero, sobre los vehículos al final de su vida útil .....	36
3.2.2.3.2.	UNE 26470:2002, de Julio de 2002.....	36
3.2.2.4.	Proceso de preparación para la reutilización de componentes: imposiciones de la normativa .....	36
3.2.2.4.1.	Real Decreto 20/2017, de 20 de enero, sobre los vehículos al final de su vida útil .....	36
3.2.2.4.2.	UNE 26470:2002, de Julio de 2002.....	37
3.2.2.5.	Obligaciones generales de un CAT .....	37
4.	DISEÑO DEL SISTEMA INBOUND-OUTBOUND DEL CAT.....	39
4.1.	Relación de características generales .....	39
4.2.	Determinación de la localización en base al estudio socioeconómico .....	39
4.3.	Superficie inicial estimada y accesos .....	40
4.4.	Diseño de cada una de las Áreas de Gestión .....	45
4.4.1.	Diseño del Área de recepción.....	45
4.4.1.1.	Relación de operaciones básicas del proceso de recepción .....	45
4.4.1.2.	Elementos técnicos necesarios.....	46
4.4.1.2.1.	Elementos requeridos por la normativa .....	46
	Instalaciones .....	47
4.4.1.2.2.	Elementos técnicos accesorios.....	48
	Elementos comunes .....	48
4.4.1.3.	Estudio de la capacidad de procesado: tiempos y volúmenes.....	48

4.4.1.3.1.	Descripción y tiempo de procesado de cada una de las operaciones	48
4.4.1.3.2.	Estudio de volúmenes .....	50
4.4.1.4.	Diseño final del área de recepción: Distribución espacial del área .....	52
4.4.2.	Área de descontaminación y desmontaje .....	54
4.4.2.1.	Relación de operaciones básicas del proceso de descontaminación y desmontaje .....	54
4.4.2.1.1.	Operaciones de descontaminación .....	55
4.4.2.1.2.	Operaciones de desmontaje .....	56
4.4.2.2.	Elementos técnicos necesarios .....	57
4.4.2.2.1.	Elementos requeridos por la normativa .....	57
	Instalaciones .....	57
	Contenedores y depósitos de fluidos .....	58
	Elevadores y sistemas de extracción de fluidos .....	59
4.4.2.2.2.	Elementos técnicos accesorios .....	61
	Elementos comunes .....	61
	Elementos diferenciadores .....	62
4.4.2.3.	Estudio de la capacidad de procesado: tiempos y volúmenes .....	64
4.4.2.3.1.	Descripción y tiempo de procesado de cada una de las operaciones	64
4.4.2.3.2.	Estudio de volúmenes .....	72
	Residuos peligrosos .....	73
	Residuos no peligrosos .....	75
4.4.2.4.	Distribución en estaciones y secuencia óptima .....	75
4.4.2.4.1.	Distribución de la planta a alto nivel .....	76
4.4.2.4.2.	Horarios de los trabajadores en planta y jornada productiva .....	77
4.4.2.4.3.	Definición de estaciones: operaciones a realizar en cada estación y número de estaciones, definición de la secuencia final .....	78
	Línea principal .....	78
	Línea secundaria .....	83
4.4.2.5.	Optimización de procesos .....	83
4.4.2.6.	Diseño final del área de descontaminación y desmontaje: Distribución espacial de la planta .....	84
4.4.3.	Área de prensado .....	85
4.4.3.1.	Relación de operaciones básicas del proceso de prensado .....	86
4.4.3.2.	Elementos técnicos necesarios .....	86

4.4.3.2.1. Elementos requeridos por la normativa .....	86
Instalaciones .....	86
4.4.3.2.2. Elementos técnicos accesorios.....	86
4.4.3.3. Estudio de la capacidad de procesado: tiempos y volúmenes.....	87
4.4.3.3.1. Descripción y tiempo de procesado de cada una de las operaciones	87
4.4.3.3.2. Estudio de volúmenes .....	88
4.4.3.4. Diseño final del área de prensado: distribución espacial del área .....	89
4.4.4. Área de preparación de componentes para su reutilización .....	89
4.4.4.1. Relación de operaciones básicas del proceso de preparación de componentes para su reutilización.....	89
4.4.4.2. Elementos técnicos necesarios .....	90
4.4.4.2.1. Elementos requeridos por la normativa .....	90
Instalaciones .....	90
4.4.4.2.2. Elementos técnicos accesorios.....	91
Elementos comunes .....	91
Elementos diferenciadores.....	91
4.4.4.3. Estudio de la capacidad de procesado: tiempos y volúmenes.....	92
4.4.4.3.1. Descripción y tiempo de procesado de cada una de las operaciones	92
4.4.4.3.2. Estudio de volúmenes .....	93
4.4.4.4. Diseño final del área de preparación para la reutilización de componentes: Distribución espacial del área.....	94
4.4.5. Áreas e instalaciones secundarias .....	95
5. PLANIFICACIÓN Y PRESUPUESTO DEL PROYECTO .....	95
5.1. Relación de tareas y Diagrama de Gantt .....	95
5.2. Presupuesto del proyecto .....	96
6. CONCLUSIONES.....	98
6.1. Objetivos cumplidos .....	98
6.2. Impacto socioeconómico .....	99
6.3. Impacto ambiental .....	100
6.4. Líneas futuras de trabajo.....	101
6.4.1. Mejoras internas .....	101
6.4.2. Extrapolación del proyecto.....	101
ANEXO A: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	102
A1. Pavimento impermeable .....	102



A2. Sistema de recogida y tratamiento de aguas residuales .....	104
A3. Relación de contenedores y depósitos de fluidos .....	108
A4. Elevador de vehículos .....	112
A5. Sistema de extracción de fluidos .....	113
A6. Báscula para vehículos .....	114
A7. Plataformas móviles .....	115
A8. Cinta transportadora.....	116
A9. Prensa óleo hidráulica.....	117
A10. Túnel de lavado de componentes.....	118
ANEXO B: PLANOS .....	119
B1. Plano general de las instalaciones .....	120
B2. Plano del área de recepción .....	122
B3. Plano del área de descontaminación y desmontaje .....	124
B4. Plano del área de prensado.....	126
B5. Plano del área de preparación de componentes para su reutilización .....	128
ANEXO C: DIAGRAMA DE GANTT.....	130
REFERENCIAS .....	132

## Índice de figuras

Ilustración 1. Ejemplo de Centro Autorizado para el Tratamiento de vehículos al final de su vida útil. ....	5
Ilustración 2. Marca obtenida al cumplir con la norma UNE 26470:2002. [3] .....	6
Ilustración 3. Norma UNE en la página de AENOR. [3] .....	6
Ilustración 4. Agentes envueltos en el proceso [4] .....	9
Ilustración 5. Evolución del número de vehículos dados de baja en España desde 2010 [6] .....	10
Ilustración 6. Logo de SIGRAUTO [4] .....	11
Ilustración 7. Logo AEDRA. [4] .....	11
Ilustración 8. Distribución de VFVU tratados, en 2017 por tipo y provincia. [6] .....	12
Ilustración 9. Mapa de la geografía española, dividido en provincias, color según número de bajas. [6] .....	13
Ilustración 10. Representación esquemática de las posibles áreas de emplazamiento [7] .....	14
Ilustración 11. Distribución esquemática de las diferentes áreas del CAT. Zonas en verde indica que no son cubiertas. ....	16
Ilustración 12. Representación gráfica del proceso que podemos encontrar en la página web de SIGRAUTO. [4] .....	17
Ilustración 13. Representación esquemática de los inputs y outputs del proceso. ....	18
Ilustración 14. Distribución esquemática de las diferentes áreas del CAT. Área de descontaminación y desmontaje marcada en línea discontinua. ....	19
Ilustración 15. Propuesta de localización para el CAT [7] .....	40
Ilustración 16. Propuesta de terreno en base a la localización propuesta y la superficie estimada. Vista satélite. [7] .....	44
Ilustración 17. Propuesta de terreno en base a la localización propuesta y la superficie estimada. Vista mapa. [7] .....	44
Ilustración 18. Accesos del CAT .....	45
Ilustración 19. Precipitaciones en 2017 [11] .....	47
Ilustración 20. Representación esquemática de la distribución del área de recepción. ...	53
Ilustración 21. Sistema de extracción de fluidos Velyen [13] .....	60
Ilustración 22. Perforador de depósitos (equipo neumático) [13] .....	61
Ilustración 23. Recogedor de aceites [13] .....	61
Ilustración 24. Plataforma móvil para el transporte de los vehículos [17] .....	63
Ilustración 25. Bifurcación líneas de procesado .....	77
Ilustración 26. Cuellos de botella en el área de descontaminación y desmontaje. ....	79
Ilustración 27. Logo SAP [24] .....	84
Ilustración 28. Muestra del plano del área de descontaminación y desmontaje que puede encontrarse en los anexos. ....	85
Ilustración 29. Báscula de suelo propuesta [25] .....	87
Ilustración 30. Output del proceso de prensado .....	88
Ilustración 31. Zoom cintas transportadoras área de descontaminación y desmontaje ..	94

Ilustración 32. Relación de tareas para realizar el proyecto .....	96
Ilustración 33. Relación de objetivos cumplidos .....	99
Ilustración 34. Principios de la economía circular [30] .....	100

## Índice de tablas

Tabla 1. Tabla perteneciente al ANEXO I del Real Decreto 20/2017 [1].....	27
Tabla 2. <i>Relación de extensiones aproximadas</i> .....	43
Tabla 3. Descripción y tiempo estimado de las operaciones del área de recepción .....	50
Tabla 4. Llegada estimada de VFVU al CAT .....	51
Tabla 5. Relación de vehículos dados de baja según tipo y marca. [5] .....	65
Tabla 6. Breve descripción de cada una de las operaciones a realizar en el área de descontaminación y desmontaje. ....	67
Tabla 7. Relación de tiempos estimados en base a datos de otros CAT [ver apartado de Agradecimientos].....	69
Tabla 8. Relación de tiempos estimados en base al proceso .....	71
Tabla 9. Relación de tiempos estimados por operación .....	71
Tabla 10. Descripción y tiempo estimado de las operaciones del área de prensado .....	88
Tabla 11. Descripción y tiempo estimado de las operaciones del área de preparación para la reutilización .....	93
Tabla 12. Desglose presupuesto software.....	97
Tabla 13. Desglose del precio por mano de obra .....	97
Tabla 14. Presupuesto total.....	98
Tabla 15. Leyenda de los planos. *Bloques obtenidos de la página que aparece en las referencias. [52].....	119

## Índice de gráficos

Gráfico 1. Comparación de nivel de recuperación de los VFVU en el año 2017 en Europa. [6].....	10
Gráfico 2. Bajas de vehículos según mes durante el año 2017. [5].....	51
Gráfico 3. Relación de bajas mensuales estimadas .....	52
Gráfico 4. Comparación de tiempos estimados por operación. ....	72
Gráfico 5. Inputs-outputs del área de descontaminación y desmontaje .....	73
Gráfico 6. Tiempos estimados con subdivisión de operación .....	80
Gráfico 7. Esquema de los tipos de estaciones del Área de descontaminación y desmontaje.....	81
Gráfico 8. Puestos de cada estación del área de descontaminación y desmontaje, línea principal.....	82

## 1. INTRODUCCIÓN

En el presente documento se procede a desarrollar el estudio, planificación, gestión y diseño del sistema inbound-outbound de un CAT (Centro Autorizado de Tratamiento) de VFVU (Vehículos al Final de su Vida Útil), el proyecto es realizado por la alumna Andrea Pié Fernández como Trabajo de Fin de Grado del Grado en Ingeniería Mecánica por la Universidad Carlos III de Madrid.

La alumna declara que este proyecto: ***DISEÑO DEL SISTEMA INBOUND-OUTBOUND DE UN CENTRO DE TRATAMIENTO DE VEHICULOS AL FINAL DE SU VIDA UTIL*** es de su autoría y ha sido desarrollado por ella misma, en la sección de *REFERENCIAS* pueden encontrarse las fuentes de información utilizadas y que han sido necesarias para la realización del mismo.

El proyecto ha sido desarrollado a petición del tutor: Guillermo Magaz Pilar.

El proyecto nace de la idea de profundizar y optimizar el diseño de un CAT, los antes conocidos como desguaces, que cada vez están sometidos a mayores estándares y restricciones. En esta línea, su normativa a seguir ha sido actualizada recientemente, entrando en vigor en enero de 2017 el nuevo decreto sobre los vehículos al final de su vida útil (Real Decreto 20/2017). El cumplimiento de la normativa será uno de los ejes centrales de este proyecto.

Para la realización del proyecto se parte de la siguiente hipótesis: el cliente quiere abrir un Centro Autorizado de Tratamiento en la Comunidad de Madrid. El CAT se centrará en turismos, todoterrenos y vehículos industriales de hasta 3500kg, no se considera la descontaminación y desmantelamiento de maquinaria agrícola, camiones, maquinaria de obras públicas, etc. El cliente quiere invertir el menor dinero posible para su puesta en marcha, lo cual implica que la reducción de costes es una parte fundamental, por lo tanto, se debe reducir al mínimo la superficie que ocupará el CAT y los tiempos de procesado. El cliente solicita que el CAT se plantee para la venta de piezas al por mayor, no se venderán unidades a particulares.

### 1.1. Motivación del trabajo

Sobre la motivación que me llevó a mí, la autora del proyecto, a realizarlo, cabe destacar diversos motivos.

El primero es: la oportunidad de profundizar más y ampliar los conocimientos adquiridos sobre mecánica, concretamente mecánica del automóvil, al tener que lidiar con todos los procesos de descontaminación y desmontaje que conlleva dar de baja un

vehículo. Después, la fuerte presencia de conceptos relacionados con la organización industrial, campo por el que siento gran interés. No puede olvidarse tampoco la aplicación práctica de conocimientos adquiridos durante todo el grado como, por ejemplo, el diseño en base a normativa.

Por último, es el carácter que tiene este proyecto, orientado al aprovechamiento de recursos, un tema fundamental en el presente y futuro si queremos reducir los problemas medioambientales que se precipitan por el consumo masivo de recursos y la contaminación.

## **1.2. Objetivos y alcance del proyecto**

El objetivo principal de este Trabajo de Fin de Grado viene sintetizado en la descripción general, realizada por el tutor: *“Se trata de diseñar la estructura de un Centro de Tratamiento para el desmontaje, clasificación y tratamiento de los residuos que se encuentran en un vehículo para su gestión en la cadena de reciclado, reutilización y valoración. Para ello hay que definir los procesos de clasificación y planificar las áreas de tratamiento de acuerdo a la normativa vigente.”*

Como requisitos de este Trabajo de Fin de Grado se asume que:

- El diseño del CAT ha sido solicitado por un cliente particular que quiere invertir el menor dinero posible para su puesta en marcha, lo cual implica que la reducción de costes es una parte fundamental, por lo tanto, se debe reducir al mínimo la superficie que ocupará el CAT y los tiempos de procesado.
- El cliente quiere abrir un Centro Autorizado de Tratamiento en la Comunidad de Madrid o alrededores.
- El cliente solicita que el CAT se centrará en turismos, todoterrenos y vehículos industriales de hasta 3500kg, no se considera la descontaminación y desmantelamiento de maquinaria agrícola, camiones, maquinaria de obras públicas, etc.
- El cliente solicita que el CAT se plantee para la venta de piezas al por mayor, no se venderán unidades a particulares.
- El cliente solicita que el CAT compita con los que ahora mismo tratan más vehículos en España: alto número de vehículos a tratar cada día.

Para cumplir con este objetivo principal y con los requisitos de partida, se establecen diferentes objetivos parciales que se indican a continuación:

- Definición de la localización del CAT.

- Definición del modelo de CAT (por ejemplo, número de vehículos a tratar por día).
- Estudio de la regulación/normativa vigente aplicable a CAT.
- Definición de las diferentes áreas necesarias dentro de un CAT, definición de su extensión.
- Definición de las tareas a realizar en cada una de las áreas. En función de lo requerido en la regulación vigente, indicado en el marco regulador que viene detallado en el apartado 1.3. de este informe, y las características de CAT. Detallando especialmente los procesos de tratamiento y descontaminación de VFVU, que es la parte esencial de este TFG.
- Estudio de la regulación/normativa vigente aplicable a los elementos técnicos que conformarán el CAT (por ejemplo, equipos separadores de grasas).
- Definición de las características técnicas de cada una de las áreas y los procesos involucrados en el tratamiento, descontaminación y desmontaje de VFVU en función de la regulación vigente.
- Integración de las diferentes áreas en una sola nave para mayor optimización de la superficie.
- Desarrollo de la secuencia de procesos en base a los requisitos anteriormente descritos.
- Optimización de los procesos a desarrollar para reducir tiempos, mejorando así el sistema inbound-outbound del CAT.
- Desarrollo del modelo final.
- Generación de planos.

En cuanto al alcance de este proyecto los siguientes puntos:

- A la hora de definir la localización no se tendrán en cuenta factores legales como licencias de construcción o calificación de terrenos ya que se asume que el cliente (la empresa interesada en construir un CAT) dispone del personal para realizar dichas comprobaciones.
- La definición de los procesos de clasificación y planificación de las áreas de tratamiento se realiza para un Centro Autorizado de Tratamiento que será autorizado por la Comunidad de Madrid para la *Descontaminación y desmontaje de vehículos al final de su vida útil (VFVU)*, por lo que no se realizarán ni se definirán procesos de permitan separación de las distintas fracciones que



conforman un VFVU y ni la recuperación de las mismas ni otro proceso propio de instalaciones de fragmentación o postfragmentación.

- La parte esencial de este TFG es el diseño de los procesos directamente relacionados con la descontaminación y tratamiento de los VFVU por lo que se centra en las siguientes áreas:
  - Área de recepción de los vehículos
  - Área de descontaminación y desmontaje (la más importante de todas ellas)
  - Área de limpieza, etiquetado y clasificación de las piezas extraídas.
  - Área de prensado
  - Área de espera y salida de los materiales que serán enviados a las empresas gestoras.

Por tanto las funcionalidades y procesos relacionados con el resto de áreas pasan a un segundo plano y serán tratadas en líneas generales y como complemento, sin detenerse en su diseño, por ejemplo no se diseñará el sistema de automatización del almacén.

- No se realizarán cálculos estructurales de las naves industriales necesarias, ni del edificio de oficinas ni del vallado perimetral, ya que se aleja del objetivo de este TFG.
- Se estudiará la normativa de aplicación directa a los CAT (detallada en el punto 3 de este informe), pero se deberá tener en cuenta igualmente la normativa que afecta a elementos particulares, para casos puntuales de diseño ya que todo tiene que estar diseñado de acuerdo a la normativa imperante.
- Una vez definidos los procesos necesarios se priorizará la mejora de éstos, para así, optimizar el sistema inbound-outbound de este CAT.

### **1.3. Marco regulador**

#### **1.3.1. Marco regulador de un Centro Autorizado de Tratamiento de Vehículos al Final de su Vida Útil**


La normativa que será de aplicación directa y que será estudiada para la definición del sistema inbound-outbound de un CAT es la siguiente:

- De obligado cumplimiento:
  - Real Decreto 20/2017, de 20 de enero, sobre los vehículos al final de su vida útil. Al cumplir con este Real Decreto asumo presunción de conformidad con la Directiva 2000/53/CE ya que, citando textualmente a este Real Decreto:  
*“El presente real decreto constituye la norma española de transposición al derecho interno de la Directiva 2000/53/CE del Parlamento Europeo y del*

*Consejo, de 18 de septiembre de 2000, relativa a los vehículos al final de su vida útil y sus modificaciones posteriores.” [1]*

- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados: aunque el RD 20/2017 tiene en cuenta esta ley como puede verse en la siguiente cita del mismo: *“En el tiempo transcurrido desde la aprobación del Real Decreto 1383/2002, de 20 de diciembre, han tenido lugar una serie de circunstancias que han hecho necesaria su revisión. En primer lugar, la aprobación de la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, ha introducido importantes modificaciones en el régimen aplicable a la producción y gestión de residuos y, concretamente, en lo que se refiere a la jerarquía de residuos y a la responsabilidad ampliada del productor, y a las obligaciones de información de los agentes que intervienen en la producción y gestión de residuos. Por ello, es necesario adaptar a las previsiones de la ley las normas de desarrollo en materia de residuos.”* En el caso del diseño de las superficies y drenajes a preparar, hay que tener en cuenta las especificaciones necesarias que dispone esta Ley para evitar la contaminación del terreno, así como en la forma de proceder con los residuos dentro del CAT. [2]

Al cumplir con la normativa de obligado cumplimiento la Comunidad de Madrid autorizará al centro de tratamiento asignándole un número de inscripción como el que puede verse en la siguiente ilustración:



CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE,  
ADMINISTRACIÓN LOCAL  
Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO

**Comunidad de Madrid**

Dirección General del Medio Ambiente  
Área de Planificación y Gestión de Residuos

Empresas autorizadas por la Comunidad de Madrid para la realización de  
actividades de gestión de vehículos al final de su vida útil.  
Actualizado al 31 de enero de 2018

Razón Social Dirección del Centro	CIF NIMA	Teléfono Fax	Nº de Inscripción / Autorización Alcance
████████████████████ ████████████████████ ████████████████████	██████████ ██████████	██████████ ██████████	CATV/MD/██████████ DESCONTAMINACION Y DESMONTAJE DE VEHICULOS AL FINAL DE SU VIDA UTIL.

Proceso: 01 DESCONTAMINACION DE VEHICULOS AL FINAL DE SU VIDA UTIL  
160104 VEHICULOS AL FINAL DE SU VIDA UTIL.

Proceso: 02 DESMONTAJE DE VEHICULOS DESCONTAMINADOS  
160106 VEHICULOS AL FINAL DE SU VIDA UTIL QUE NO CONTENGAN LIQUIDOS NI OTROS COMPONENTES PELIGROSOS.

*Ilustración 1. Ejemplo de Centro Autorizado para el Tratamiento de vehículos al final de su vida útil.*

- De voluntario cumplimiento:
  - UNE 26470:2002, Vehículos de carretera. Instalaciones de tratamiento de vehículos al final de su vida útil. Especificaciones técnicas de las instalaciones. Se plantea el cumplimiento de esta norma voluntaria para así obtener mejorar la calidad de los procesos aquí desarrollados. Obteniendo la Certificación Medio Ambiente Servicios una vez superados los diferentes procesos de auditoría, realizados por AENOR, así como la licencia de uso de la marca AENOR Medio

Ambiente, cuando considere cumplidos los requisitos contemplados en la Norma UNE 26470. Esta norma está vigente a fecha de 28 de agosto de 2018. [3]



Ilustración 2. Marca obtenida al cumplir con la norma UNE 26470:2002. [3]



### UNE 26470:2002

🇪🇸 Vehículos de carretera. Instalaciones de tratamiento de vehículos al final de su vida útil. Especificaciones técnicas de las instalaciones.

🇬🇧 Road vehicles. End-of-life vehicles collection and technical specifications of the facilities.

🇫🇷 Véhicules routiers. Centres de ramassage et décontamination de véhicules hors d'usage. Specifications techniques des installations.









---

Fecha Edición:	2002-07-29 / <span style="background-color: green; color: white; padding: 2px;">Vigente</span>
ICS:	13.030.10 / Residuos sólidos 43.020 / Vehículos de carretera en general
CTN:	CTN 26/SC 25 - GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL
Anulaciones:	Anula a: UNE 26470:1998 EX

Ilustración 3. Norma UNE en la página de AENOR. [3]

### 1.3.2. Marco regulador aplicable a los diferentes elementos técnicos de forma individual

Al ser el CAT una instalación compleja, requiere de muchas instalaciones, maquinaria y componentes que también tienen su normativa de aplicación, que pueden encontrarse en otras industrias ya que no es específico de los CATs, y que deberán ser tenidas en cuenta para la construcción del CAT:

- CTE: Código Técnico de Edificación, Real Decreto 314/2006 + Parte I, Seguridad Estructural, Seguridad en caso de Incendio, Seguridad de Utilización y Accesibilidad, Ahorro de Energía (HE), Protección frente al ruido (HR), Salubridad (HS).

- Real Decreto 486/1997, de 14 de Abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- Código de Residuos y Sustancias Peligrosas
- Norma UNE-EN 858-2: Sistemas separadores para líquidos ligeros. Parte 2
- Ordenanzas municipales del ayuntamiento de Alcalá de Henares.

## 1.4. Definiciones y siglas

**CAT (Centro Autorizado de Tratamiento):** antiguamente conocidos como desguaces, instalaciones en las que se reciben los vehículos y son dados de baja definitiva en la Dirección General de Tráfico para así pasar a su descontaminación y desmontaje. Para realizar estos procesos los centros están sujetos a normativa que deben de cumplir.

**VFVU (Vehículo al Final de su Vida Útil):** vehículo que se entrega al CAT para su baja definitiva y posterior desmantelamiento.

**AG (Área de Gestión):** es este proyecto las fases por las que debe pasar un VFVU están integradas en una sola nave y sus accesos, pero a la hora de modelarlo para la planificación y gestión del CAT se distinguen 4 Áreas de Gestión:

- Área de recepción de los vehículos
- Área de descontaminación y desmontaje (incluye el área de espera y salida de los materiales que serán enviados a las empresas gestoras).
- Área de limpieza, etiquetado y clasificación de las piezas extraídas.
- Área de prensado

**LER** (Lista Europea de Residuos)

**SIGRAUTO** (Asociación Española para el Tratamiento Medioambiental de los Vehículos Fuera de Uso) [4]

**Fase:** el CAT realiza 4 fases, que son: Recepción, Descontaminación y desmontaje, Prensado y Preparación para la reutilización. Estas fases determinan las Áreas de Gestión.

**Estación:** este término se encontrará sobre todo en el Área de descontaminación y desmontaje ya que es el área más extensa y compleja. Se denominarán estaciones a los puntos en los que el vehículo se detiene a que se realicen un conjunto de operaciones, en la estación puede ser necesario que el vehículo sea colocado en un elevador o no.

**Puesto:** dentro de cada estación puede haber un puesto o varios en función del tiempo de procesamiento necesario, los puestos entre sí son idénticos.

**Operación:** acción necesaria que requiere llevar a cabo un conjunto de tareas, un ejemplo de operación sería la neutralización de los airbags. En una misma estación pueden realizarse diferentes operaciones.

**Tarea:** serían los diferentes pasos a completar dentro de una operación.

**Línea (de producción):** sucesivas estaciones que completan una fase, en el AG de Descontaminación y Desmontaje se distinguen 2 líneas ya que presentan diferentes estaciones y diferente forma de transporte entre estaciones.

**Ramal:** dentro de una misma línea puede haber varios ramales que son bifurcaciones de la línea y entre sí son idénticos, es decir, que hay estaciones repetidas.

## 2. ESTADO DEL ARTE

### 2.1. Situación actual

Los CATs son lo que antiguamente se conocía como desguaces, sólo que ahora sus procesos e instalaciones se han adaptado y se han ido mejorando para alcanzar objetivos de reutilización, valorización y reciclaje de residuos cada vez más altos. Hasta que en 2002 fue creado el *REAL DECRETO 1383/2002, de 20 de diciembre, sobre gestión de vehículos al final de su vida útil* no había ninguna regulación que estableciese como debían ser las instalaciones ni cómo se debía llevar a cabo la descontaminación y desmontaje del vehículo.

Actualmente, se involucra a todos los agentes económicos en el proceso de reciclaje, reutilización y valorización de VFVU, ya que, aunque una parte esencial es realizada por el CAT, no se deben olvidar a los fabricantes de vehículos ni a las plantas fragmentadoras para así poder alcanzar un objetivo común.

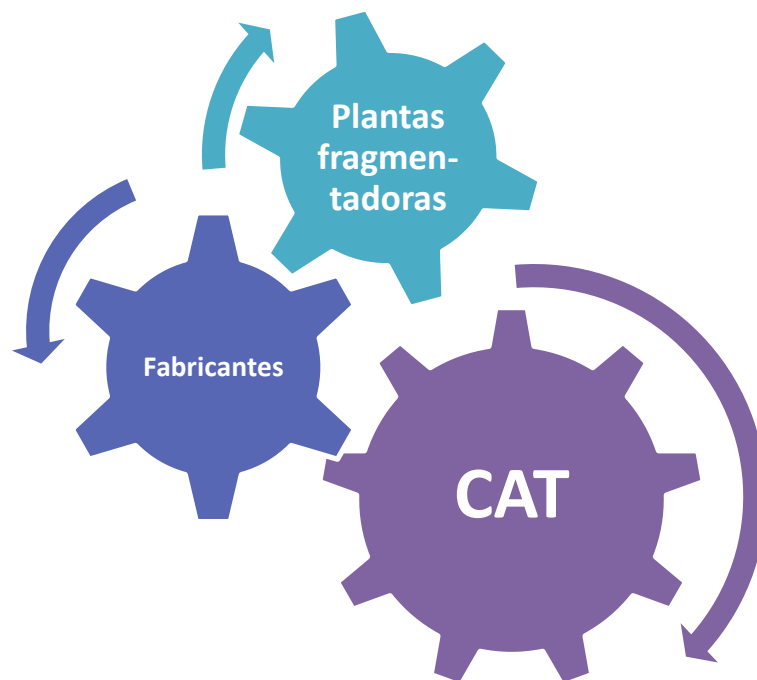


Ilustración 4. Agentes envueltos en el proceso [4]

Estos objetivos vienen detallados en el Artículo 8. *Objetivos de preparación para la reutilización, reciclado y valorización* del RD 20/2017. En este artículo podemos encontrar el objetivo común que tienen todos los agentes económicos: “*el porcentaje total de preparación para la reutilización y valorización será al menos del 95 por 100 del peso medio por vehículo y año, y el porcentaje total de preparación para la reutilización y reciclado será al menos del 85 por 100 del peso medio por vehículo y año*”. [1] Particularmente, también en este artículo podemos encontrar los objetivos que debe seguir un CAT:

“a) A partir del 1 de febrero de 2017 recuperarán para su preparación para la reutilización, y comercializarán piezas y componentes de los vehículos que supongan, al menos, un 5 % del peso total de los vehículos que traten anualmente.

b) A partir del 1 de enero de 2021 recuperarán para su preparación para la reutilización, y comercializarán piezas y componentes de los vehículos que supongan, al menos, un 10 % del peso total de los vehículos que traten anualmente.

c) A partir del 1 de enero de 2026 recuperarán para su preparación para la reutilización, y comercializarán piezas y componentes de los vehículos que supongan, al menos, un 15 % del peso total de los vehículos que traten anualmente.” [1]

Estos objetivos serán importantes para definir los procesos de desmontaje.

Es importante recalcar que, en la actualidad, los CAT son los únicos lugares donde se puede cursar la baja definitiva del vehículo del Registro General de la DGT. En números generales en España en 2016 se dieron de baja un total de 611.446 VFVU y en

2017 620.055 VFVU, según la Asociación Española para el Tratamiento Medioambiental de los Vehículos Fuera de Uso (SIGRAUTO). [5]

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Diferencia 16/17%
<b>TURISMOS</b>									
Sin corregir	759.041	616.463	618.391						
Corregido	703.994	549.735	566.280	641.256	637.275	613.721	543.930	544.196	0,05%
<b>VEHICULOS INDUSTRIALES DE MENOS DE 3.500 KG</b>									
Sin corregir	125.737	110.783	105.243						
Corregido	115.877	101.562	99.022	73.364	67.608	57.633	52.504	59.561	13,44%
<b>TODOTERRENOS</b>									
Sin corregir	21.475	24.460	27.491						
Corregido	19.766	20.630	22.522	20.156	19.937	18.406	15.012	16.298	8,57%
<b>TOTAL</b>									
Sin corregir	906.253	751.706	751.125						
Corregido	839.637	671.927	687.824	734.776	724.820	689.760	611.446	620.055	1,41%

Fuente: SIGRAUTO – IEA hasta 2012      SIGRAUTO – DGT desde 2013

Ilustración 5. Evolución del número de vehículos dados de baja en España desde 2010 [6]

En cuanto a los objetivos marcados es una línea común que se está siguiendo en toda Europa donde España en 2017 reportó un 85% de reutilización y reciclado y un 95% de recuperación total. En la siguiente gráfica puede verse la comparación otros países europeos para ese mismo año. [6]

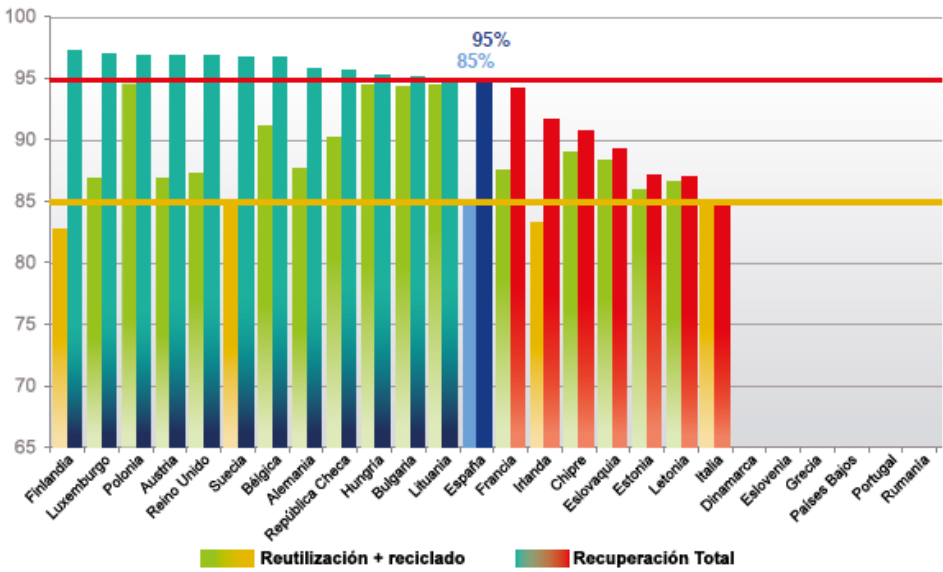


Gráfico 1. Comparación de nivel de recuperación de los VFVU en el año 2017 en Europa. [6]

En España actualmente pueden encontrarse empresas que constituyen los diferentes agentes económicos que participan en el proceso de recuperación de los VFVU agrupados en la Asociación Española para el Tratamiento Medioambiental de los Vehículos Fuera de Uso (SIGRAUTO).



Ilustración 6. Logo de SIGRAUTO [4]

Además, SIGRAUTO cuenta con varias entidades asociadas que corresponden a cada uno de los agentes económicos. Por un lado, más de la mitad de los CATs españoles forman parte de la *Asociación Española de Desguazadores y Reciclaje del Automóvil (AEDRA)* que, con unos 600 asociados, es la asociación de desguaces más numerosa de Europa.



Ilustración 7. Logo AEDRA. [4]

Pero también encontramos *Asociación Española de Fabricantes de Automóviles y Camiones (ANFAC)*, *Asociación Nacional de Importadores de Automóviles, Camiones, Autobuses y Motocicletas (ANIACAM)* y la *Federación Española de la Recuperación y el Reciclaje (FER)*. [4]

Es importante recordar el papel que juegan los productores de vehículos ya que son los últimos responsables económicos de la descontaminación del vehículo, como se indica en el *Artículo 9. Obligaciones en el ámbito de la responsabilidad ampliada del productor* del Real Decreto 20/2017: “Los productores de vehículos garantizarán y, en su caso, financiarán la adecuada recogida y tratamiento de los vehículos al final de su vida útil. Cuando el vehículo al final de su vida útil tenga un valor negativo de mercado, el productor del vehículo sufragará dicho coste o se hará cargo directamente del tratamiento del vehículo.” [1]

## 2.2. Entorno socioeconómico

Elaborar un breve estudio socioeconómico inicial es fundamental para poder determinar, entre otras cosas, la localización en la que se deberá construir el CAT y el volumen de VFVU que se planteará tratar al día.

En primer lugar, hay que estudiar y contextualizar la situación económica y social que hay en España y la tendencia que sigue el mercado de automóviles, repuestos, reciclaje, etc.



Revisando los datos del número de VFVU que se dieron de baja en los últimos años, se puede ver un descenso claro desde el casi millón de vehículos dados de baja en 2006 y 2007 (concretamente 954.715 VFVU y 927.960 VFVU, respectivamente) hasta los datos registrados en 2015, 2016 y 2017 que no llegan a los 700.000 VFVU. Aun así parece que el valor se mantiene relativamente constante los últimos años. [5]

También es necesario conocer los datos de los vehículos que se dan de baja en la provincia de Madrid y en sus provincias colindantes, esta información está accesible en la página web de SIGRAUTO y en su memoria anual. Los datos por provincias del año 2017 pueden verse en la siguiente ilustración:

En la siguiente tabla se muestra la distribución de los vehículos tratados por provincias y por tipos:

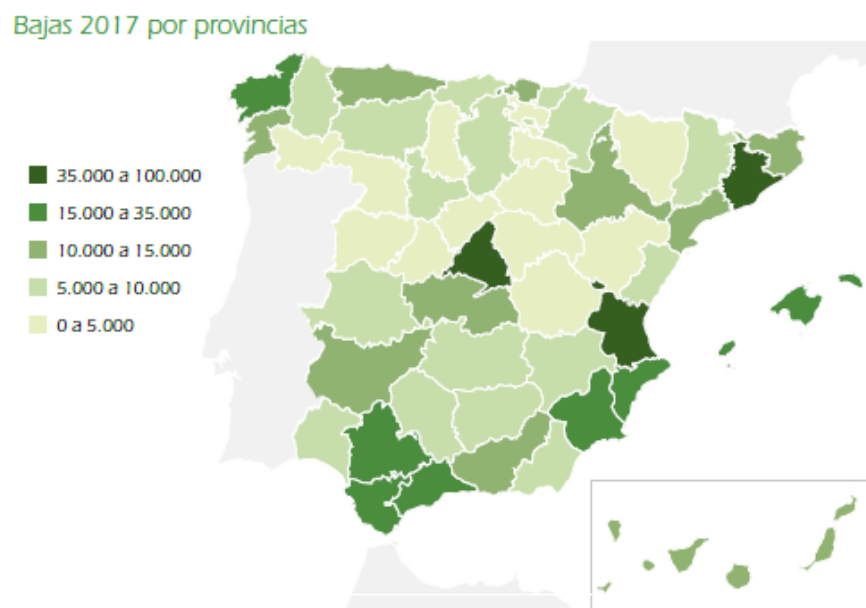
Provincia	Todoterreno	Turismos	Ind<3500 Kg	Total
ÁLAVA	131	3.898	415	4.444
ALBACETE	149	4.507	778	5.434
ALICANTE	452	21.895	2.486	24.833
ALMERÍA	203	7.334	1.011	8.548
ASTURIAS	395	12.203	1.013	13.611
ÁVILA	95	2.377	345	2.817
BADAJOS	334	9.088	1.083	10.505
BALEARES	663	17.519	2.240	20.422
BARCELONA	1.351	58.806	5.378	65.535
BURGOS	195	5.101	524	5.820
CÁCERES	267	5.415	896	6.578
CÁDIZ	435	16.388	1.639	18.462
CANTABRIA	219	7.480	721	8.420
CASTELLÓN DE LA PLANA	196	7.262	1.042	8.500
CEUTA	50	937	50	1.037
CIUDAD REAL	277	6.128	1.030	7.435
CÓRDOBA	388	8.285	1.033	9.706
CORUÑA (LA)	253	14.256	1.070	15.579
CUENCA	134	2.626	516	3.276
GERONA	437	9.917	1.107	11.461
GRANADA	435	9.807	1.198	11.440
GUADALAJARA	135	3.538	301	3.974
GUIPÚZCOA	268	8.487	916	9.671
HUELVA	350	6.554	930	7.834
HUESCA	164	2.811	470	3.445
JAÉN	517	6.443	913	7.873
LEÓN	254	5.957	626	6.837
LÉRIDA	291	5.139	787	6.217
LUGO	192	5.039	436	5.667
MADRID	1.205	66.691	4.723	72.619
MÁLAGA	624	18.373	1.891	20.888
MELILLA	89	876	58	1.023
MURCIA	373	17.554	2.186	20.113
NAVARRA	303	8.095	1.036	9.434
ORENSE	124	4.013	480	4.617
PALENCIA	72	2.150	186	2.408
PALMAS (LAS)	572	10.139	1.525	12.236
PONTEVEDRA	140	11.514	1.082	12.736
RIOJA (LA)	146	3.754	572	4.472
S.C. TENERIFE	460	8.656	1.264	10.380
SALAMANCA	143	4.059	448	4.650
SEGOVIA	102	2.352	293	2.747
SEVILLA	573	23.263	2.548	26.384
SORIA	63	1.300	185	1.548
TARRAGONA	262	9.063	1.192	10.517
TERUEL	119	1.791	325	2.235
TOLEDO	325	9.943	1.252	11.520
VALENCIA	622	33.138	4.056	37.816
VALLADOLID	104	6.621	631	7.356
VIZCAYA	284	12.674	1.320	14.278
ZAMORA	89	2.701	309	3.099
ZARAGOZA	274	10.279	1.045	11.598
<b>TOTAL</b>	<b>16.298</b>	<b>544.196</b>	<b>59.561</b>	<b>620.055</b>

Fuente: SIGRAUTO - DGT

Ilustración 8. Distribución de VFVU tratados, en 2017 por tipo y provincia. [6]

Como se puede observar, la densidad de población es directamente proporcional al número de vehículos dados de baja ese año. En la Comunidad de Madrid se dieron de baja 72.619 vehículos en 2017 (la provincia con mayor número de bajas).

Analizando las diferentes áreas de influencia, la cantidad de vehículos que se dan de baja en las provincias colindantes a Madrid. Se aprovecha el estudio socioeconómico para analizar cuál es el punto geoestratégico con el que dar servicio al mayor número de personas (cercanía de los mayores núcleos de población), cuestión que depende de la geografía y las comunicaciones, atendiendo a la competencia ya existente.



*Ilustración 9. Mapa de la geografía española, dividido en provincias, color según número de bajas. [6]*

A continuación, se procede a realizar un estudio socioeconómico particularizando en las áreas objetivo, ya que es lo que definirá posteriormente la localización del CAT. En la siguiente ilustración se pueden ver indicadas en líneas generales las tres áreas objetivo que se barajan para el emplazamiento del CAT por lo que serán objeto de estudio:



*Ilustración 10. Representación esquemática de las posibles áreas de emplazamiento [7]*

### **Área 1:**

Zona de influencia del oeste de Madrid y las provincias de Ávila y Segovia donde en 2017 se dieron de baja 2.817 y 2.747 vehículos respectivamente. [6] La distancia entre los grandes núcleos poblacionales y la mala comunicación por carretera hace que se deba pasar a sopesar las demás opciones antes de construir un CAT en un punto intermedio entre estos tres núcleos de población ya que implica alejarse demasiado del núcleo principal que es la ciudad de Madrid y sus ciudades periféricas.

### **Área 2:**

Zona al este de Madrid, lo ideal sería un punto intermedio entre Guadalajara y Madrid, por ejemplo, Alcalá de Henares. Se encuentra 30min aproximadamente del centro de Madrid y a 25 min de Guadalajara. [7] Además, en la zona no se encuentra una fuerte competencia, pero sí se pueden encontrar plantas de gestión de residuos no peligrosos como TOFERLA S.L., Grupo LAYNA y una planta fragmentadora en Mejorada del Campo Reciclaje y Fragmentación S.L. (REYFRA). Lo cual es importante ya que una vez se finaliza el trabajo del CAT los residuos deben ser enviados a plantas que los traten adecuadamente.

### **Área 3:**

Zona sur de la Comunidad de Madrid, muy bien comunicada para dar servicio a la ciudad de Madrid y a la provincia de Toledo. En esta zona se encuentran también empresas fragmentadoras y de postprocesado de residuos como la planta fragmentadora de San Martín de la Vega del Grupo REYFRA. El problema de esta zona es la alta competencia ya asentada: numerosos desguaces en San Martín de la Vega y Pinto y el desguace más grande de Europa en Torrejón de la Calzada.

Después de un breve análisis basado en la posición geográfica, la densidad de población y la competencia parece que la mejor opción sería el Área 2, esto se utilizará posteriormente en la determinación de la localización.

Es importante por último analizar la competencia a la que debe enfrentarse el CAT ya que esto determinará en gran medida, el volumen de vehículos a tratar por día. Esta parte del análisis es complicada ya que los CATs no suelen dar el dato exacto de cuantos vehículos tratan ya que es un dato que consideran sensible.

El CAT que más vehículos trata en la Comunidad de Madrid, y en España, es Desguaces La Torre (Torrejón de la Calzada) que trata entre 54.000 y 60.000 vehículos al año según informaciones del diario *El País* a fecha de junio de 2015, lo cual implicaría unos 150 vehículos por día. [8] Como parte del trabajo de investigación de este TFG he acudido a sus instalaciones y he preguntado a uno de sus responsables de la cadena de desmontaje ese dato: la respuesta fue unos 100-120 coches al día, por lo que tomaré el valor de 120 vehículos por día como valor asociado a este desguace.

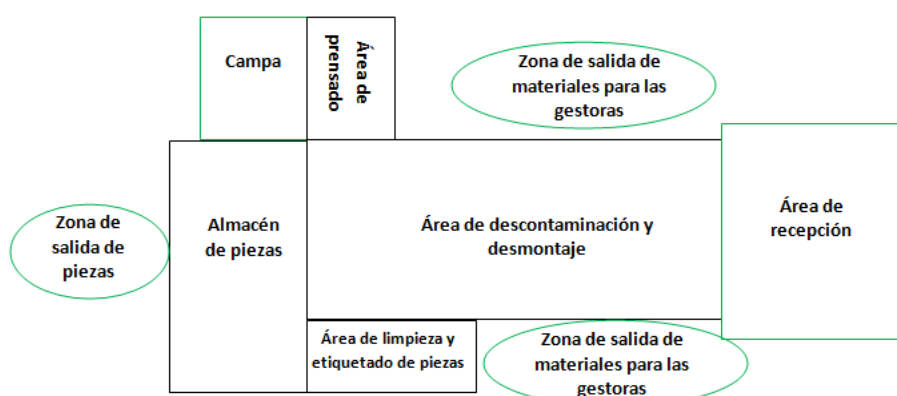
Mientras que Desguaces El Choque (Pinto), que también es un desguace grande, gestiona entre 8.500 y 10.000 vehículos al año según informaciones del diario *El País* a fecha de junio de 2015, lo que supone unos 26 vehículos tratados por día de media. [8]

Luego pueden encontrarse muchos CAT que son de pequeño tamaño, negocios familiares en su mayoría, que tratan del orden de 5 vehículos por día.

De esta forma se puede establecer el orden de magnitud de lo que representa un CAT que constituya una empresa pequeña, mediana o grande. Asumiendo que el objetivo del inversor es llegar a competir con los CAT que más vehículos tratan, se establecerá objetivo de tratamiento para este TFG.

## 2.3. Introducción a los principales procesos que debe desarrollar un CAT

En un CAT se realizan una serie de procesos que, en este proyecto, se dividen en 4 grandes bloques que coinciden con las Áreas de Gestión en las que se dividen las instalaciones para poder así modelarlo de forma más fácil, aunque todas estas áreas están integradas en una sola nave y sus accesos, como puede verse en la siguiente ilustración:



*Ilustración 11. Distribución esquemática de las diferentes áreas del CAT. Zonas en verde indica que no son cubiertas.*

### 2.3.1. Introducción al proceso de recepción

Una vez que el VFVU llega al CAT para poder comenzar con su desmantelamiento primero debe pasar por el área de recepción dónde se deben llevar a cabo una serie de procedimientos requeridos por la regulación indicada, en esta memoria, en el apartado 1.3.1. *Marco regulador de un Centro Autorizado de Tratamiento de Vehículos al Final de su Vida Útil.*

Estos procesos son de capital importancia para asegurar que los vehículos no son robados, ni que previamente les han extraído piezas para venderlas de forma ilegal, etc. Por eso es lo primero que debe realizarse según llega el vehículo y es por eso que el proceso de descontaminación y desmontaje se localiza espacialmente al principio del todo.

El CAT está obligado a documentar la entrega a través del certificado de destrucción que acredita el fin de la vida útil del vehículo.

Al área de recepción llegan los VFVU en grúas y se lleva a cabo un proceso de verificación en el que se comprueban el número de matrícula, el del bastidor, la ficha

técnica, etc. Después de estas verificaciones se deberá comprobar si el vehículo es tramitable.

Además, en este proyecto se determinará que en el área de recepción se realicen una serie de comprobaciones visuales y técnicas para así optimizar el tiempo de la cadena de desmontaje.

### 2.3.2. Introducción al proceso de descontaminación y desmontaje

El proceso de descontaminación y desmontaje es el eje central de las operaciones realizadas en un CAT. Las especificaciones técnicas y todas las tareas, llevadas a cabo para la correcta descontaminación del vehículo y su posterior desmontaje para la reutilización, reciclado o valorización de componentes, siguen la normativa legal vigente aplicada a los CAT tanto: la de obligado cumplimiento, *Real Decreto 20/2017, de 20 de enero, sobre los vehículos al final de su vida útil*, así como la norma *UNE 26470:2002 Vehículos de carretera. Instalaciones de tratamiento de vehículos al final de su vida útil. Especificaciones técnicas de las instalaciones* que este proyecto cumple de forma voluntaria. De la misma forma, se atiende a la *Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados* para poder determinar la correcta forma de proceder con los diferentes residuos que encontramos en los diferentes procesos realizados en un CAT.

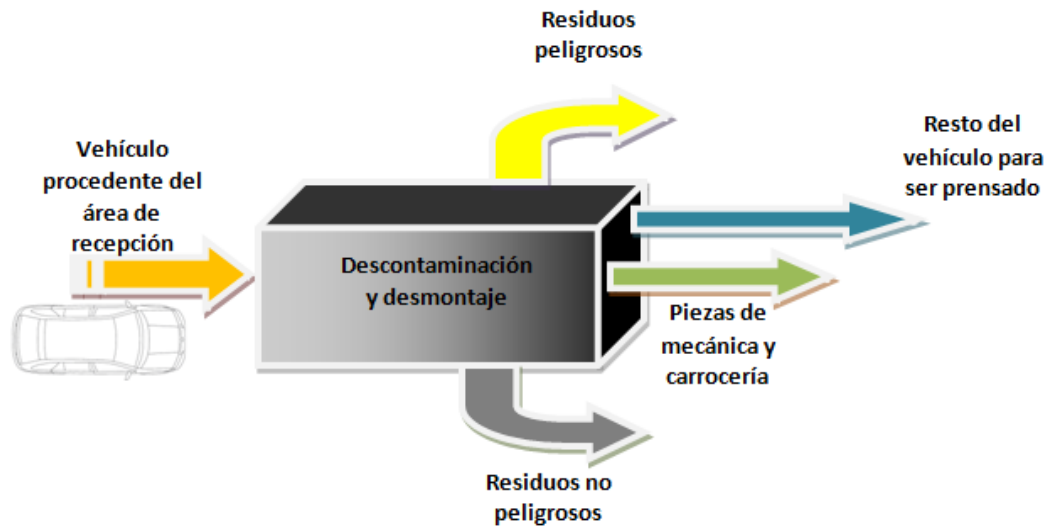
Este proceso consiste en una primera fase en la cual el vehículos es desprovisto de residuos peligrosos que deben ser tratados de forma adecuada y segregada, después se le retiran residuos que no siendo peligrosos se pueden aprovechar para el reciclado y por último se desmontan las piezas de carrocería y mecánica que puedan aprovecharse para su reutilización.



Ilustración 12. Representación gráfica del proceso que podemos encontrar en la página web de SIGRAUTO. [4]

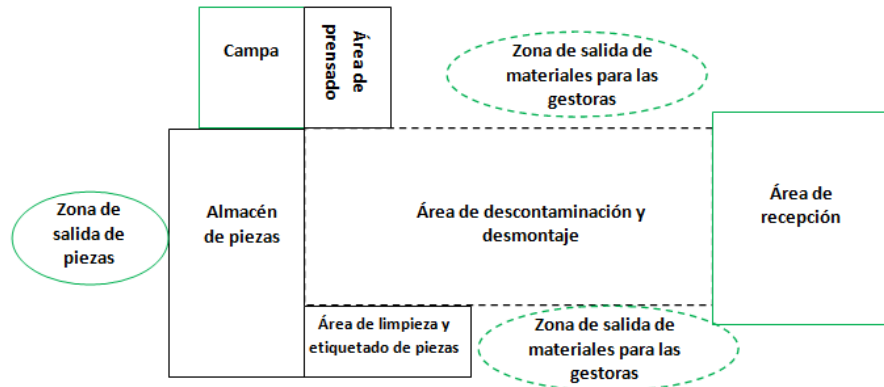
Analizando este proceso de descontaminación y desmontaje como una caja negra, rápidamente se puede observar que hay un solo input y varios outputs. En líneas generales, a este proceso llegan los vehículos que acaban de pasar por el área de

recepción, es decir, que ya han sido identificados y dados de baja en tráfico. Mientras que de este proceso obtenemos: residuos peligrosos que serán enviados a las gestoras correspondientes, residuos no peligrosos que serán también enviados a las empresas gestoras, piezas mecánicas y de carrocería para su reutilización y lo que queda del vehículo que será prensado para ser enviados posteriormente a la fragmentadora. De forma simplificada, puede verse en la siguiente representación esquemática:



*Ilustración 13. Representación esquemática de los inputs y outputs del proceso.*

El proceso de descontaminación y desmontaje se localiza, espacial y temporalmente, en el centro de todos los procesos que se realizan en un CAT. Aunque cada proceso se realiza en áreas diferenciadas, siendo un requisito de este proyecto el ahorro de la superficie, se procede a la integración de todas ellas en una sola nave y sus inmediaciones manteniendo eso sí la diferenciación entre ellas, un plano esquemático y simple de la distribución de las áreas podría ser el que se presenta a continuación, en el que se puede ver que la zona central pertenece a la descontaminación y desmontaje:



*Ilustración 14. Distribución esquemática de las diferentes áreas del CAT. Área de descontaminación y desmontaje marcada en línea discontinua.*

Para ser un Centro Autorizado de Tratamiento es de capital importancia realizar todas las operaciones que describe la normativa vigente, en el orden indicado y con los requisitos técnicos especificados.

### 2.3.3. Introducción al proceso de prensado

Este proceso es una de las vertientes que se producen una vez acaba el proceso de descontaminación y desmontaje: es el camino que siguen los restos del vehículo que no han sido extraídos en la zona de descontaminación ni se han extraído en desmontaje para su reutilización.

Este proceso se realiza para facilitar el transporte de estos restos a la empresa fragmentadora, que se encargará de su correcto reciclaje y/o valorización, debido a que a este punto el vehículo mantiene el chasis y ocupa un gran volumen. Se procede a la compactación del mismo en una prensa.

Este proceso es mucho más simple y corto que el del anterior apartado y de él sólo sale un output: los restos del vehículo ya prensado.

### 2.3.4. Introducción al proceso de preparación de componentes para su reutilización

Este proceso es la otra vertiente del proceso de descontaminación y desmontaje: consiste en la revisión, limpieza y etiquetado de todas las piezas que se han desmontado del VFVU para su reutilización.



Este proceso es fundamental para la correcta reutilización de materiales ya que se debe realizar una inspección para su puesta en venta, así como registrar la procedencia de este.

## **2.4. Diseño de soluciones**

En base a la situación actual, el entorno socioeconómico y las características de un CAT se pretende crear un CAT que, cumpliendo con toda la normativa aplicable y centrándose en la recuperación de recursos que es su razón de ser, pueda competir con los centros que más vehículos tratan en España.

Este proyecto se va a enfocar en conseguir estos objetivos mediante un diseño optimizado del sistema inbound-outbound, es decir, se planificarán las diferentes Áreas y de dispondrán las instalaciones de forma que se ahorre tiempo, superficie y recursos en general.

Se pretende que el diseño de las soluciones a los problemas con los que se enfrenta un CAT pase por definir la forma de procesado más eficiente para así optimizar su funcionamiento.

## **3. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN**

### **3.1. Descripción**

El CAT que va a ser diseñado según la hipótesis de partida, indicada en el apartado *1.INTRODUCCIÓN* y que aquí vuelvo a reflejar: el cliente quiere abrir un Centro Autorizado de Tratamiento en la Comunidad de Madrid. El CAT se centrará en turismos, todoterrenos y vehículos industriales de hasta 3500kg, no se considera la descontaminación y desmantelamiento de maquinaria agrícola, camiones, maquinaria de obras públicas, etc. El cliente quiere invertir el menor dinero posible para su puesta en marcha, lo cual implica que la reducción de costes es una parte fundamental, por lo tanto se debe reducir al mínimo la superficie que ocupará el CAT y los tiempos de procesado. El cliente solicita que el CAT se plantee para la venta de piezas al por mayor, no se venderán unidades a particulares.

El diseño se debe acoger no sólo a los requisitos derivados de esta hipótesis de partida, sino que también es crucial que se adhiera a la normativa vigente. No es válido un diseño que infrinja la normativa de aplicación a los CATs.

La optimización de la solución propuesta es un pilar fundamental de este proyecto y se deberá elevar la eficiencia para así reducir los recursos necesarios.

No se puede olvidar que, además de los procesos impuestos y mencionados por la normativa, un CAT debe realizar otros procesos que están en segundo plano pero que son importantes para su correcto funcionamiento como, por ejemplo, el mantenimiento de la maquinaria.

## 3.2. Análisis de requisitos

### 3.2.1. Requisitos iniciales

Los requisitos iniciales derivan de la hipótesis inicial y del objetivo del proyecto:

- Tendrá que ser un Centro Autorizado de Tratamiento en la Comunidad de Madrid para tratamiento turismos, todoterrenos y vehículos industriales de hasta 3500kg.
- Es necesario proporcionar una definición de los procesos a seguir según la normativa vigente.
- Reducción al mínimo de recursos y costes.
- Proporcionar las características básicas que deberán tener las instalaciones del CAT.

### 3.2.2. Imperativos legales: relación de procesos y requisitos técnicos obligatorios

Dada la importancia que tiene la normativa dentro de este proyecto, en este apartado se detalla para cada uno de los 4 procesos principales (que coinciden con las Áreas de Gestión) la normativa que se debe seguir.

Estos apartados constituyen un resumen de los puntos de cada norma que, se consideran importantes en **relación única y exclusivamente** al proceso que se señale en cada apartado.

### **3.2.2.1. Proceso de recepción: imposiciones de la normativa**

#### **3.2.2.1.1. *Real Decreto 20/2017, de 20 de enero, sobre los vehículos al final de su vida útil***

En este decreto se indica una serie de características y requisitos que se deben cumplir a la hora de proceder con la recepción del vehículo.

Uno de los requisitos, explícitamente indicados, es que un VFVU sólo puede estar como máximo 30 días en el área de recepción.

En el *ANEXO II* de este decreto encontramos las características que deben tener las instalaciones del área dónde se produce la recepción: “Zonas adecuadas al número de vehículos antes de su descontaminación con pavimento impermeable y con instalaciones para la recogida de derrames, de decantación y de separación de grasas.” Además, en ese mismo anexo se indica que se debe instalar, al ser una zona no cubierta, un sistema de recogida de agua: “Equipos de recogida y tratamiento de aguas, incluidas las de lluvia en las zonas no cubiertas, las cuales han de ser tratadas previamente a su vertido, de conformidad con la normativa ambiental y sanitaria establecidas por las distintas Administraciones públicas.”

Adicionalmente, en el *ANEXO III* se indican una serie de datos que deben ser recogidos en el proceso de recepción ya que son requisitos mínimos del certificado de destrucción de un vehículo al final de su vida útil. [1]

#### **3.2.2.1.2. *UNE 26470:2002, de Julio de 2002***

Esta norma de voluntario cumplimiento detalla algunos aspectos que en el Real Decreto no están señalados al detalle. Se especifican algunos aspectos y se puntualizan algunos datos.

En el punto 3.1. de esta norma podemos encontrar una serie de especificaciones técnicas del área de recepción:

- Una superficie adecuada (mínimo aconsejable de 200 m<sup>2</sup>) provista en su totalidad de un suelo impermeabilizado y resistente a la contaminación por vertido de líquidos que mediante lixiviación, escorrentía o percolación sean susceptibles de contaminar las aguas subterráneas o el suelo.
- Zonas adecuadas dotadas de superficies impermeables, con instalaciones para la recogida de derrames, decantadores y limpiadores-desengrasadores.
- Equipos para el tratamiento de aguas, incluidas las aguas de lluvia, conforme a la reglamentación sanitaria y medioambiental.

- La pendiente de la zona de recepción y de la canalización asegurará la correcta recogida de aguas. [3]

Además, se puntualiza que en esta área los VFVU deben estar el menor tiempo posible y que no pueden apilarse unos encima de otros ni colocados de costado no sobre el techo. [3]

### **3.2.2.2 Proceso de descontaminación y desmontaje: imposiciones de la normativa**

En este proceso se añade un apartado más ya que al ser el proceso en el cual se extraen y segregan los residuos (tanto peligrosos como no peligrosos) se debe tener en cuenta también la Ley 22/2011 de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.

#### ***3.2.2.2.1. Real Decreto 20/2017, de 20 de enero, sobre los vehículos al final de su vida útil***

En el *Artículo 7. Instalaciones y operaciones de tratamiento* se indica cómo se debe gestionar el CAT en líneas generales: que los vehículos se gestionarán de acuerdo a la Ley 22/2011, que deben ser sometidos a las operaciones del *Anexo IV.1* y que operaciones son prioritarias una vez realizada la descontaminación. En este sentido se indica que: se separarán las piezas y componentes que se puedan preparar para la reutilización y las comercializarán como piezas usadas, se realizarán las operaciones de tratamiento para fomentar el reciclado (detalladas en el *Anexo IV.2*) y que los restos del vehículo que queden después de este proceso se remitirán a un gestor autorizado. También indica la forma a proceder con los neumáticos si es el propio CAT el que los prepara para su reutilización, pero en este proyecto se considerará que se entregan a un gestor autorizado. En este artículo también se señala que el CAT deberá disponer de una autorización descrita en el *Anexo VI* de la Ley 22/2011 así como cumplir con el *Anexo II* de esta misma Ley, puntos que se detallarán en el apartado donde se desarrollan los requisitos de esta. [1]

En el *Artículo 8. Objetivos de preparación para la reutilización, reciclado y valorización* se señalan en primer lugar los objetivos que todos los agentes económicos (no solo los CATs sino también los productores y las instalaciones de fragmentación, entre otros) deben alcanzar como conjunto: el porcentaje total de preparación para la reutilización y valorización será al menos del 95 por 100 del peso medio por vehículo y año, y el porcentaje total de preparación para la reutilización y reciclado será al menos del 85 por 100 del peso medio por vehículo y año. En el siguiente punto de este artículo se precisan los objetivos que tienen que cumplir los CATs particularmente a partir de una serie de fechas, como el diseño de este proyecto se quiere realizar con la máxima eficiencia posible se asume el objetivo que no es de obligado cumplimiento hasta 2026

pero que es el más restrictivo: a partir del 1 de enero de 2026 los CATs recuperarán para su preparación para la reutilización, y comercializarán piezas y componentes de los vehículos que supongan, al menos, un 15 % del peso total de los vehículos que traten anualmente. [1]

En el *Artículo 11. Obligaciones de información* indica que el CAT debe realizar una memoria anual relativa a todos los residuos que gestionen, siguiendo las previsiones del artículo 41 de la Ley 22/2011, de 28 de julio. Por lo que es importante llevar un registro de todos los residuos que se extraen en el proceso de descontaminación y desmontaje haciendo hincapié en el número de neumáticos ya que se precisa que el CAT deberá hacer constar en su memoria los neumáticos derivados de la preparación para la reutilización que hayan entregado directamente a gestores autorizados. [1]

En los Anexos se especifican aspectos muy importantes del proceso de descontaminación y desmontaje.

Comenzando por el *ANEXO I. Exenciones a la prohibición de utilizar plomo, mercurio, cadmio y cromo hexavalente en los materiales y componentes de los vehículos, prevista en el artículo 4.1.a). Obligación de marcado de materiales y componentes*, en él encontramos una tabla en la que se indica el alcance y la fecha de vencimiento de la exención para los materiales citados en el título de este Anexo. Esta tabla es muy importante ya que indica dónde (en qué piezas y componentes de qué modelos de vehículos) se pueden encontrar estos materiales, lo cual será necesario cuando en posteriores Anexos se indique que se deben retirar las piezas o componentes que tengan estos materiales.

La tabla es la siguiente (extraída directamente del Real Decreto):

Materiales y componentes	Alcance y fecha de vencimiento de la exención	Obligación de marcado
<i>Plomo como elemento de aleación</i>		
1.a) Acero para fines de mecanizado y componentes de acero galvanizado en caliente por procedimiento discontinuo que contengan hasta un 0,35 % de su peso en plomo.		
1.b) Chapas de acero galvanizado en continuo que contengan hasta un 0,35 % de su peso en plomo.	Vehículos homologados antes del 1 de enero de 2016 y piezas de recambio para esos vehículos.	
2.a) Aluminio para fines de mecanizado con un contenido en plomo de hasta el 2 % en peso.	Piezas de recambio para vehículos que hayan salido al mercado antes del 1 de julio de 2005.	
2.b) Aluminio con un contenido en plomo de hasta el 1,5 % en peso.	Piezas de recambio para vehículos que hayan salido al mercado antes del 1 de julio de 2008.	
2.c) Aluminio con un contenido en plomo de hasta el 0,4 % en peso.		
3. Aleación de cobre que contenga hasta un 4 % de su peso en plomo.		
4.a) Cojinetes y casquillos.	Piezas de recambio para vehículos que hayan salido al mercado antes del 1 de julio de 2008.	
4.b) Cojinetes y casquillos para motores, transmisiones y compresores de aire acondicionado.	Piezas de recambio para vehículos que hayan salido al mercado antes del 1 de julio de 2011.	
<i>Plomo y compuestos de plomo en los componentes</i>		
5. Baterías.		X
6. Amortiguadores de vibraciones.	Vehículos homologados antes del 1 de enero de 2016 y piezas de recambio para esos vehículos.	X
7.a) Agentes de vulcanización y estabilizadores para elastómeros en tubos de freno, tubos de combustible, tubos de ventilación, piezas de elastómero/metal para aplicaciones de chasis, y bastidores de motor.	Piezas de recambio para vehículos que hayan salido al mercado antes del 1 de julio de 2005.	
7.b) Agentes de vulcanización y estabilizadores para elastómeros en tubos de freno, tubos de combustible, tubos de ventilación, piezas de elastómero/metal para aplicaciones de chasis, y bastidores de motor que contengan hasta el 0,5 % de su peso en plomo.	Piezas de recambio para vehículos que hayan salido al mercado antes del 1 de julio de 2006.	
7.c) Agentes reticulantes para elastómeros en aplicaciones del sistema de propulsión que contengan hasta un 0,5 % de su peso en plomo.	Piezas de recambio para vehículos que hayan salido al mercado antes del 1 de julio de 2009.	
8.a) Plomo en soldaduras para fijar componentes eléctricos y electrónicos a paneles de circuitos electrónicos y plomo en acabados sobre terminaciones de componentes distintos de los condensadores electrolíticos de aluminio, sobre clavijas de componentes y sobre paneles de circuitos electrónicos.	Vehículos homologados antes del 1 de enero de 2016 y piezas de recambio para esos vehículos.	X(2)

Material y componentes	Alcance y fecha de vencimiento de la exención	Obligación de marcado
8.b) Plomo en soldaduras en aplicaciones eléctricas, excepto sobre paneles de circuitos electrónicos o sobre vidrio.	Vehículos homologados antes del 1 de enero de 2011 y piezas de recambio para esos vehículos.	X(2)
8.c) Plomo en acabados sobre terminales de condensadores electrolíticos de aluminio.	Vehículos homologados antes del 1 de enero de 2013 y piezas de recambio para esos vehículos.	X(2)
8.d) Plomo utilizado en soldaduras sobre vidrio en sensores de flujo de masa de aire.	Vehículos homologados antes del 1 de enero de 2015 y piezas de recambio de esos vehículos.	X(2)
8.e) Plomo en pastas de soldadura de alta temperatura de fusión (es decir, aleaciones de plomo que contengan en peso un 85 % de plomo o más).	(1).	X(2)
8.f.a) Plomo en sistemas de conectores de clavijas.	Vehículos homologados antes del 1 de enero de 2017 y piezas de recambio para esos vehículos.	X(2)
8.f.b) Plomo en sistemas de conectores de clavijas que se ajusten a las normas, con excepción de la zona de unión de los conectores del cableado de vehículos.	(1).	X(2)
8.g) Plomo en soldaduras diseñadas para crear una conexión eléctrica viable entre el cubo de semiconductor y el portador en cápsulas de circuito integrado «flip-chip».	(1).	X(2)
8.h) Plomo en soldaduras para fijar placas difusoras al disipador de calor en ensamblajes de semiconductores de potencia con un chip de 1 cm <sup>2</sup> de superficie de proyección mínima y con una densidad de corriente nominal de al menos 1 A/mm <sup>2</sup> de superficie del chip de silicio.	Vehículos homologados antes del 1 de enero de 2016 y piezas de recambio para esos vehículos.	X(2)
8.i) Plomo en soldaduras en aplicaciones eléctricas sobre vidrio, excepto en el caso de soldaduras en cristales de vidrio laminado.	Vehículos homologados antes del 1 de enero de 2016 y piezas de recambio para esos vehículos.	X(2)
8.j) Plomo en soldaduras de cristales de vidrio laminado.	Vehículos homologados antes del 1 de enero de 2020 y piezas de recambio para esos vehículos.	X(2)
9. Asientos de las válvulas.	Piezas de recambio para tipos de motor desarrollados antes del 1 de julio de 2003.	
10.a) Componentes eléctricos y electrónicos que contengan plomo en vidrio o cerámica, en piezas matrices de vidrio o cerámica, en materiales vitrocerámicos o en piezas matrices vitrocerámicas Esta exención no se aplica al uso de plomo en: – vidrio de bombillas y bujías de encendido, – materiales cerámicos dieléctricos de los componentes indicados en los puntos 10.b), 10.c) y 10.d).		X(3) (componentes que no sean los piezoeléctricos incluidos en el motor)
10.b) Plomo en materiales cerámicos dieléctricos a base de PZT de condensadores que forman parte de circuitos integrados o semiconductores discretos.		
10.c) Plomo en materiales cerámicos dieléctricos de condensadores con una tensión nominal inferior a 125 V C.A. o 250 V C.C.	Vehículos homologados antes del 1 de enero de 2016 y piezas de recambio para esos vehículos.	
10.d) Plomo en los materiales cerámicos dieléctricos de condensadores que compensan las diferencias relacionadas con la temperatura de los sensores de sistemas de sonar de ultrasonidos.	Vehículos homologados antes del 1 de enero de 2017 y piezas de recambio para esos vehículos.	
11. Iniciadores pirotécnicos.	Vehículos homologados antes del 1 de julio de 2006 y piezas de recambio para esos vehículos.	



Materiales y componentes	Alcance y fecha de vencimiento de la exención	Obligación de marcado
12. Materiales termoelectrónicos que contienen plomo en aplicaciones eléctricas para automóviles que permiten reducir las emisiones de CO <sub>2</sub> por recuperación del calor del escape.	Vehículos homologados antes del 1 de enero de 2019 y piezas de recambio para esos vehículos.	X
<i>Cromo hexavalente</i>		
13.a) Revestimientos antioxidantes.	Piezas de recambio para vehículos que hayan salido al mercado antes del 1 de julio de 2007.	
13.b) Revestimientos antioxidantes para los pernos y tuercas que se utilizan en el ensamblaje de chasis.	Piezas de recambio para vehículos que hayan salido al mercado antes del 1 de julio de 2008.	
14. Como protección anticorrosiva para los sistemas de refrigeración de acero al carbono en refrigeradores de absorción de autocaravanas, hasta un máximo del 0,75 % en peso en la solución refrigerante, excepto si el uso de otras tecnologías de refrigeración es viable (es decir, que estén disponibles en el mercado para una aplicación en autocaravanas) y no provoca impactos negativos para el medio ambiente ni la salud o la seguridad de los consumidores.		X
<i>Mercurio</i>		
15.a) Lámparas de descarga para faros.	Vehículos homologados antes del 1 de julio de 2012 y piezas de recambio para esos vehículos.	X
15.b) Tubos fluorescentes usados en indicadores del salpicadero.	Vehículos homologados antes del 1 de julio de 2012 y piezas de recambio para esos vehículos.	X
<i>Cadmio</i>		
16. Baterías para vehículos eléctricos.	Piezas de recambio para vehículos que hayan salido al mercado antes del 31 de diciembre de 2008.	

(1) Esta exención se revisará en 2019.

(2) Desmontaje obligatorio si, en correlación con el punto 10.a), se supera un umbral medio de 60 gramos por vehículo. Para la aplicación de esta cláusula no se tendrán en cuenta los dispositivos electrónicos no instalados por el fabricante en la cadena de producción.

(3) Desmontaje obligatorio si, en correlación con los puntos 8.a) a 8.j), se supera un umbral medio de 60 gramos por vehículo. Para la aplicación de esta cláusula no se tendrán en cuenta los dispositivos electrónicos no instalados por el fabricante en la cadena de producción.

#### Notas:

Se tolerará un valor de concentración máximo de hasta el 0,1 % en peso de plomo, cromo hexavalente y mercurio en material homogéneo, y de hasta el 0,01 % en peso de cadmio en material homogéneo.

Se autoriza sin limitación la reutilización y la preparación para la reutilización de piezas de vehículos ya comercializadas antes de la fecha de vencimiento de una exención, puesto que en este caso no se aplica el artículo 4.1.a). Las piezas de recambio comercializadas después del 1 de julio de 2003 y que se utilicen en vehículos que hayan salido al mercado antes del 1 de julio de 2003 quedan exentas de lo establecido en el artículo 4.1.a)\*.

\* Esta cláusula no se aplicará a los contrapesos de equilibrado de ruedas, a las escobillas de carbón para motores eléctricos ni a los forros de freno.

Tabla 1. Tabla perteneciente al ANEXO I del Real Decreto 20/2017 [1]

Seguidamente en el *ANEXO II Requisitos técnicos de las instalaciones de recepción de vehículos, de los depósitos de las administraciones públicas y de las instalaciones de tratamiento de vehículos al final de su vida útil* se especifican los diferentes requisitos técnicos que debe tener un CAT en general, pero en este apartado sólo detallo los relacionados con el área de descontaminación y desmontaje:

- Zonas cubiertas para la descontaminación, con pavimento impermeable y con instalaciones para la recogida de derrames, de decantación y de separación de grasas.



- Zonas cubiertas y con pavimento impermeable para almacenar los componentes retirados del vehículo y que contengan residuos peligrosos, en especial para aquellos que contengan aceite.
- Contenedores adecuados para almacenar las baterías (con posibilidad, en caso de accidente, de neutralización del electrolito allí mismo o en sitio próximo), filtros y condensadores de policlorobifenilos/ policloroterfenilos (PCB/PCT).
- Depósitos adecuados para almacenar separadamente los fluidos de los vehículos al final de su vida útil.
- Equipos de recogida y tratamiento de aguas las cuales han de ser tratadas previamente a su vertido.
- Zonas apropiadas para almacenar neumáticos usados, que incluyan medidas contra incendios y prevención de riesgos derivados del almacenamiento.
- Zonas apropiadas para el almacenamiento de los vehículos descontaminados, que estarán valladas o cerradas en todo su perímetro; el suelo de la zona de almacenamiento estará, al menos, debidamente compactado y acondicionado para realizar su función específica en las debidas condiciones de seguridad y dotado de un sistema de recogida de aguas superficiales. (Esto aplicará a la campa que sólo se usa en caso de que los vehículos no puedan ser enviados directamente a la prensa, como por ejemplo si esta está en mantenimiento) [1]

Para finalizar en el último Anexo del Real Decreto se encuentra uno de los puntos más importantes, *ANEXO IV Operaciones de descontaminación del vehículo al final de su vida útil y otras operaciones de tratamiento*. En éste se describe la secuencia de procesos indicando los pasos mínimos y estableciendo su orden, tanto para la parte de descontaminación como para la de desmontaje. Comenzando por la de descontaminación:

1. Retirada de baterías, depósitos de gas licuado.
2. Retirada o neutralización de componentes potencialmente explosivos, (por ejemplo los Air bags)
3. Retirada, así como recogida y almacenamiento por separado, de los diversos fluidos que podemos encontrar en el vehículo: combustible y filtro de combustible, aceites –de motor, de transmisión, de la caja de cambios e hidráulicos y líquido de frenos– y filtros de aceite, líquido refrigerante, anticongelante, fluido de los aparatos de aire acondicionado y cualquier otro fluido que contengan los vehículos al final de su vida útil a menos que sea necesario para la preparación para la reutilización de los componentes de que se trate. En este punto se especifica también que para la adecuada extracción de los fluidos del sistema de aire acondicionado, los profesionales del CAT que realicen las operaciones de descontaminación descritas, han de contar con la

cualificación exigida de conformidad con el Real Decreto 795/2010, de 16 de junio.

4. Retirada, siempre que sea viable, de todos los componentes en los que se haya determinado un contenido en mercurio. [1]

Seguidamente se pasa al desmontaje:

5. Retirada de catalizadores.
6. Retirada de los elementos metálicos que contengan cobre, aluminio y magnesio, si estos metales no van a ser retirados en el proceso de fragmentación.
7. Retirada de neumáticos y componentes plásticos de gran tamaño (por ejemplo, parachoques, salpicaderos, depósitos de fluidos, etc.) si estos materiales no van a ser retirados en el proceso de fragmentación de tal modo que puedan reciclarse efectivamente como materiales.
8. Retirada de vidrio. [1]

Una vez definidas todas las imposiciones de este Real Decreto es muy importante cumplir con todas ellas a la hora de elaborar el diseño.

#### **3.2.2.2.2. UNE 26470:2002, de Julio de 2002**

Esta norma de voluntario cumplimiento contiene varias especificaciones y aclaraciones sobre el proceso de descontaminación y desmontaje, que son interesantes de seguir. Teniendo en cuenta que esta norma es de publicación anterior al Real Decreto y que si entrase en conflicto con éste se debe atender a cumplir el Real Decreto.

En primer lugar, dentro de la norma, en el punto 3. *ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LAS INSTALACIONES* se encuentra el 3.2. *Zonas en las que se realicen operaciones de descontaminación* donde se recogen una serie de requisitos que debe cumplir el área de descontaminación:

- Una superficie adecuada (mínimo aconsejable de 100 m<sup>2</sup>) cubierta en su totalidad y provista de un suelo impermeabilizado y resistente a la contaminación por derrames.
- Sistema o sistemas de elevación que permitan las operaciones de retirada de fluidos con las suficientes garantías de seguridad.

- Un sistema de extracción de fluidos del vehículo a descontaminar mediante aspiración o gravedad.
  - Recipientes de almacenamiento temporal identificados.
  - Un sistema de recogida de aguas y líquidos por arqueta enlucida en su cara interior e impermeable y separador de aceites y grasas.
  - Zonas cubiertas y con pavimento impermeable para almacenar los componentes retirados del vehículo y que estén contaminados, en especial, para aquellos que estén impregnados de aceite.
  - Contenedores adecuados para almacenar las baterías (con neutralización del electrolito allí mismo o en sitio próximo para casos de accidente) filtros y condensadores de PCB/PCT.
  - Depósitos adecuados para almacenar separadamente los fluidos de los vehículos al final de su vida útil, es decir, combustible, aceite de motor, aceite de cajas de cambio, aceite de transmisión, aceite hidráulico, líquidos de refrigeración, líquido anticongelante, líquido de frenos, ácido de baterías, fluidos del equipo del aire acondicionado y cualquier otro fluido contenido en el vehículo.
  - Equipos de recogida y tratamiento de aguas, incluidas las aguas de lluvia en las zonas no cubiertas, las cuales han de ser previamente tratadas de conformidad con la normativa ambiental y sanitaria establecidas por las distintas administraciones públicas.
  - Zonas apropiadas para almacenar neumáticos usados, que incluya sistemas de protección contra incendios y almacenamientos excesivos.
- [3]

El siguiente punto, *3.3. Zona de desguace y de almacenamiento de otros residuos*, es importante en ese apartado ya que aplica al área de desmontaje y se señala que en ella se

deben desmontar, cuando sea económicamente viable, piezas y elementos potencialmente reciclables o valorizables por otros medios, tales como piezas plásticas de gran tamaño, vidrios, etc. Además de extraer también piezas o elementos que sean peligrosos para el medio ambiente, tales como amortiguadores, piezas que contengan amianto o materiales y piezas impregnadas con sustancias nocivas, para asegurar su correcta manipulación. En cuanto al resto del vehículo al final de la vida útil, una vez realizadas las operaciones de descontaminación y desmontaje, deberá compactarse y/o fragmentarse. [3]

El punto 3.5. *Equipos para el almacenamiento temporal de los residuos extraídos* también es importante porque señala una lista de depósitos necesarios que se usarán a lo largo de la cadena de descontaminación:

- Contenedor para baterías resistentes al ácido.
- Depósito para el aceite del motor.
- Depósito para el combustible.
- Depósito para líquido refrigerante.
- Depósito para líquido de frenos.
- Recipiente a presión para fluidos del sistema de acondicionamiento de aire.
- Contenedor para filtros.
- Contenedor para catalizadores.
- Depósito para aceite de la caja de cambios.
- Depósito para aceite de la transmisión.
- Depósito para aceite hidráulico.
- Depósito para líquido anticongelante.
- Depósito para ácido de baterías. [3]

Por último, en el *ANEXO A* se especifican los residuos a extraer clasificándolos en

peligrosos y no peligrosos:

#### *A.1 Residuos peligrosos a extraer y segregar\**

##### *Fluidos*

- Aceite del motor.
- Aceite de la caja de cambios.
- Aceite del diferencial.
- Aceite hidráulico.
- Líquido de frenos.
- Líquido de la servodirección.
- Combustible.
- Líquido refrigerante.
- Fluido del sistema de acondicionamiento de aire.
- Líquido anticongelante.
- Ácido de las baterías.
- Fluidos del equipo del aire acondicionado.

##### *Sólidos*

- Baterías.
- Filtros.
- Zapatas de freno con amianto.
- Componentes con mercurio.

#### *A.2 Residuos no peligrosos*

- Plásticos.
- Neumáticos.
- Vidrio.
- Cables y conductores.
- Catalizadores.
- Piezas de aluminio.
- Baños de cinc.
- Fibras (madera, yute, celulosa, coco).

- Llantas y carrocerías.
- Transmisiones y otros componentes mecánicos del motor. [3]

Puntualizando también que la lista puede ampliarse y que, durante las operaciones de manipulación y el almacenamiento de las baterías, se extremarán las precauciones a fin de evitar posibles riesgos de explosión.

\*En relación con la aclaración que se ha hecho al principio de este apartado, el Real Decreto también indica que se deben retirar los elementos potencialmente explosivos como por ejemplo los Air bags, por esto a la lista aquí presentada sobre residuos peligrosos hay que añadirle:

- Airbags y demás elementos potencialmente explosivos. [1]

En relación con la lista del *ANEXO A* de esta norma, hay que comprobar que la distinción entre “residuos peligrosos” y “residuos no peligrosos” que presenta es correcta y si no es necesario añadir ningún elemento más, en relación con lo estipulado en la Ley 22/2011, que fue publicada con posterioridad. Estas comprobaciones se realizan en el siguiente apartado.

### ***3.2.2.2.3. Ley 22/2011: tratamiento de los residuos en el CAT***

Siendo de aplicación esta Ley a los diferentes residuos que se extraen o se generan en un CAT, es importante atender a las directrices que marca para así poder proceder con los residuos de la forma correcta.

#### **Residuos peligrosos y no peligrosos**

Se debe comenzar atendiendo a la definición de lo que es un residuo peligroso que se encuentra en el *Artículo 3* de esta Ley:

“«Residuo peligroso»: residuo que presenta una o varias de las características peligrosas enumeradas en el anexo III, y aquél que pueda aprobar el Gobierno de conformidad con lo establecido en la normativa europea o en los convenios internacionales de los que España sea parte, así como los recipientes y envases que los hayan contenido.” [2]

Por lo tanto, es necesario revisar el *ANEXO III Características de los residuos que permiten calificarlos como peligrosos* para comprobar que efectivamente todos los residuos extraídos han sido bien clasificados. Las características que definen un residuo como peligroso son las siguientes: explosivo, oxidante, fácilmente inflamable, inflamable, irritante, nocivo, tóxico, cancerígeno, corrosivo, infeccioso, tóxico para la reproducción, mutagénico, residuos que emiten gases tóxicos o muy tóxicos al entrar en contacto con el aire, con el agua o con un ácido, sensibilizante, ecotóxico y residuos susceptibles, después de su eliminación, de dar lugar a otra sustancia por un medio cualquiera, por ejemplo, un lixiviado que posee alguna de las características antes enumeradas. En el Anexo de esta Ley vienen detalladas cada una de estas características, pero al ser un resumen aquí sólo las menciono. [2]

Como la norma UNE 26470:2002 fue elaborada en 2002 se debe revisar la lista que aparece en su ANEXO A, detallada en el punto anterior, para comprobar que efectivamente esa clasificación es correcta.

En primer lugar, la lista de residuos peligrosos está correcta ya que entre los diferentes residuos todos poseen alguna de las características mencionadas, hay residuos: explosivos, oxidantes, inflamables, nocivos, tóxicos, irritantes, corrosivos y/o cancerígenos.

Después se debe revisar la lista que, en dicha norma, enumera los diferentes residuos a retirar clasificados como “no peligrosos” para comprobar que, según la Ley 22/2011, no lo son. Rápidamente se pueden descartar los plásticos, el vidrio, los cables y conductores, las piezas de aluminio, las llantas y carrocerías y las fibras vegetales como elementos peligrosos, ya que son elementos que claramente no cumplen ninguna de las características citadas en el *ANEXO III*.

En cuanto a los neumáticos, podría pensarse que pueden considerarse inflamables, pero no son residuos peligrosos porque no cumplen el requisito que indica este Anexo para que sean considerados como tal: “«Inflamable»: Se aplica a las sustancias y los preparados líquidos que tienen un punto de inflamación superior o igual a 21 °C e inferior o igual a 55 °C.” [2]

Otro elemento que hay que pararse a analizar son los catalizadores (usados, se entiende), ya que estos en principio no son considerados como residuos peligrosos al

estar formados de elementos como el Platino, Paladio y Rodio que no son peligrosos (como metales) ya que incluso se utilizan en joyería. [9] Pero en el caso de los catalizadores hay que hacer una puntualización: se distingue la posibilidad de que pueda estar contaminado de sustancias peligrosas, en ese caso si fuera un residuo peligroso, esta diferenciación viene dada en los Códigos de la Lista Europea de Residuos. [10] Por lo tanto, se seguirá considerando a priori que el catalizador extraído es un residuo no peligroso a no ser que se demuestre que está contaminado por sustancias peligrosas.

Los baños de zinc tampoco son considerados como peligrosos debido a que el zinc como metal es esencialmente no tóxico y se utiliza ampliamente para recubrir el acero (galvanizado).

Por último, sólo cabe señalar que las transmisiones y otros componentes mecánicos del motor no son elementos peligrosos, pero pueden estar cubiertos de aceites que sí lo son por eso habrá que proceder a su correcta limpieza en el área de limpieza y etiquetado de piezas.

En conclusión, **la clasificación de los elementos presentados en la lista del ANEXO A de la norma UNE 26470:2002 en peligrosos y no peligrosos es correcta según la Ley 22/2011.**

#### **Jerarquía de residuos y operaciones.**

Los CATs en general y el proceso de descontaminación y desmontaje como núcleo central de éste se deben atener, indirectamente, al *Artículo 8. Jerarquía de residuos* en el que se indica que las administraciones deberán legislar de forma que se consiga el mejor resultado ambiental global posible en base a la jerarquía de residuos que se indica por orden de prioridad: a) Prevención; b) Preparación para la reutilización; c) Reciclado; d) Otro tipo de valorización, incluida la valorización energética; y e) Eliminación. Por lo tanto se deberá tener en cuenta a lo largo de la definición del proceso la importancia de la reutilización y el reciclado. [2]

En los anexos I y II de esta ley se pueden encontrar, respectivamente, las operaciones de eliminación y las operaciones de valorización que se deben llevar a cabo con los diferentes residuos pero estas operaciones aplican ya no al CAT sino a la empresa gestora a la que se le envíen los residuos. [2]



### **3.2.2.3. Proceso de prensado: imposiciones de la normativa**

#### ***3.2.2.3.1. Real Decreto 20/2017, de 20 de enero, sobre los vehículos al final de su vida útil***

En el Real Decreto no se especifica que el vehículo deba ser prensado antes de ser enviado a la empresa fragmentadora, simplemente se indica que el CAT debe remitir, directamente o a través de gestor autorizado, el resto del vehículo, que no deberá incluir ningún material o elemento no perteneciente al mismo, a un gestor autorizado para su fragmentación. [1]

En este proyecto se decide prensar los vehículos para facilitar su transporte y por lo tanto el área de prensado debe cumplir los mismos requisitos técnicos que el área de descontaminación y desmontaje: zona cubierta, suelo impermeable, sistema de recogida de vertidos, etc.

#### ***3.2.2.3.2. UNE 26470:2002, de Julio de 2002***

La norma indica las condiciones que debe reunir el área donde se realiza el prensado, que deberá estar debidamente identificada: *“Las zonas de reciclado, compactación o fragmentación donde se pudieran originar lixiviados de sustancias peligrosas por agua de lluvia, deben estar dotadas de pavimento impermeable, así como equipos de recogida de aguas sucias y pluviales, las cuales deben ser tratadas conforme a la normativa ambiental y sanitaria”* [3]

Por lo tanto, se deberá proceder de la misma forma que en el área de descontaminación y desmontaje en cuanto al diseño de las características técnicas de la instalación.

### **3.2.2.4. Proceso de preparación para la reutilización de componentes: imposiciones de la normativa**

#### ***3.2.2.4.1. Real Decreto 20/2017, de 20 de enero, sobre los vehículos al final de su vida útil***

En este Real Decreto se incorpora como tratamiento de residuos la «preparación para la reutilización» por lo tanto las instalaciones donde se realice este proceso se deberán seguir los mismos requisitos que en el caso del área de descontaminación y desmontaje. Esto es explícitamente indicado en el *ANEXO II: “Zonas cubiertas y con pavimento impermeable para almacenar los componentes retirados del vehículo y que contengan residuos peligrosos, en especial para aquellos que contengan aceite”* [1]

Además, en el Artículo 8. *Objetivos de preparación para la reutilización, reciclado y valorización* de este Real Decreto se detallan los objetivos sobre la reutilización de piezas y componentes:

*“a) A partir del 1 de febrero de 2017 recuperarán para su preparación para la reutilización, y comercializarán piezas y componentes de los vehículos que supongan, al menos, un 5 % del peso total de los vehículos que traten anualmente.*

*b) A partir del 1 de enero de 2021 recuperarán para su preparación para la reutilización, y comercializarán piezas y componentes de los vehículos que supongan, al menos, un 10 % del peso total de los vehículos que traten anualmente.*

*c) A partir del 1 de enero de 2026 recuperarán para su preparación para la reutilización, y comercializarán piezas y componentes de los vehículos que supongan, al menos, un 15 % del peso total de los vehículos que traten anualmente.” [1]*

Por lo tanto, será necesario una forma de medición y registro del peso de todas las piezas y componentes que se preparen para su reutilización.

#### **3.2.2.4.2. UNE 26470:2002, de Julio de 2002**

La norma indica, al igual que el Real Decreto, que la zona donde se realice este proceso debe tener las mismas características que el área de descontaminación y desmontaje. [3]

#### **3.2.2.5. Obligaciones generales de un CAT**

En el Real Decreto 20/2017 se establece que los CATs deben disponer de una autorización de las previstas en la Ley 22/2011, de 28 de julio, por lo tanto es necesario revisar el ANEXO VI de dicha Ley. En él, se establece contenido de la solicitud de autorización de las actividades de tratamiento de residuos, que aplica al CAT ya que en el apartado de definiciones de esa misma ley se indica que se considera “Tratamiento” a las operaciones de valorización o eliminación, incluida la preparación anterior a la valorización o eliminación. El contenido de la solicitud debe ser el siguiente:

*“1. Contenido de la solicitud de autorización de las instalaciones de tratamiento de residuos:*

*a) Identificación de la persona física o jurídica propietaria de la instalación.*

*b) Ubicación de las instalaciones donde se llevarán a cabo las operaciones de tratamiento de residuos, identificadas mediante coordenadas geográficas.*

*c) Presentación del proyecto de la instalación con una descripción detallada de las instalaciones, de sus características técnicas y de cualquier otro tipo aplicables a la instalación o al lugar donde se van llevar a cabo las operaciones de tratamiento.*

*d) Tipos y cantidades de residuos que puedan tratarse identificados mediante los códigos LER y si es necesario para cada tipo de operación.*

*e) Las instalaciones no incluidas en el ámbito de aplicación de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación, deberán presentar, junto con la solicitud de autorización, el estudio de impacto ambiental cuando así lo exija la normativa estatal o autonómica sobre declaración de impacto ambiental.*

*2. Contenido de la solicitud de autorización de las personas físicas o jurídicas que realizan operaciones de tratamiento de residuos:*

*a) Identificación de la persona física o jurídica que solicita llevar a cabo la actividad de tratamiento de residuos.*

*b) Descripción detallada de las actividades de tratamiento de residuos que pretende realizar con inclusión de los tipos de operaciones previstas a realizar, incluyendo la codificación establecida en los anexos I y II de esta Ley.*

*c) Métodos que se utilizarán para cada tipo de operación de tratamiento, las medidas de seguridad y precaución y las operaciones de supervisión y control previstas.*

*d) Capacidad técnica para realizar las operaciones de tratamiento previstas en la instalación.*

*e) Documentación acreditativa del seguro o fianza exigible.” [2]*

Además, hay que recordar que el CAT debe cumplir con los objetivos marcados en el Artículo 8. *Objetivos de preparación para la reutilización, reciclado y valorización* ya detallados en el apartado 2.1 *Situación actual* de este proyecto.

Por último, el CAT debe presentar una memoria anual relativa a todos los residuos que gestionen. En ella se deberá, además, detallar el número de neumáticos derivados de la preparación para la reutilización que hayan entregado directamente a gestores autorizados, así como los neumáticos preparados para la reutilización entregados a los profesionales y también se deberá incluir la documentación acreditativa del cumplimiento de los objetivos previstos en el Artículo 8. *Objetivos de preparación para la reutilización, reciclado y valorización* relativos a los vehículos que traten, a través de su propia gestión y de los certificados de gestión proporcionados por los operadores a quienes entreguen los residuos para su tratamiento. [1]

Como dato a tener en cuenta: Se podrá solicitar la rehabilitación de los vehículos dados de baja definitiva y con certificado de destrucción emitido por un CAT, siempre que se acredite que tienen un especial interés histórico o singularidad. Según lo dispuesto en la *Disposición adicional cuarta* de este Real Decreto. [1]

## 4. DISEÑO DEL SISTEMA INBOUND-OUTBOUND DEL CAT

En los siguientes apartados se desarrolla la parte más importante de este proyecto, en la cual se propone la solución propuesta, elaborada en base a toda la información expuesta en los apartados anteriores.

### 4.1. Relación de características generales

En líneas generales es necesario definir, en base a toda la información presentada anteriormente, algunas de las características que determinarán el diseño del CAT:

- Centro Autorizado de Tratamiento en la Comunidad de Madrid o alrededores.
- Descontaminación y desmontaje exclusivo de turismos, todoterrenos y vehículos industriales de hasta 3500kg.
- Venta de piezas al por mayor, no se venderán unidades a particulares.
- Ahorro de costes: optimización de la superficie y tiempos de procesado.
- Competencia a nivel de volumen de procesado con los CAT que más vehículos tratan: **objetivo de tratamiento de 120 VFVU por día\***.

\*Este volumen de tratamiento es establecido para cuando el CAT ya funcione en régimen estacionario, es decir, una vez que ya ha pasado la etapa inicial en la que se debe dar a conocer para que los dueños de los vehículos lleven allí su vehículo y para establecer los acuerdos con las empresas que compraran el material extraído.

### 4.2. Determinación de la localización en base al estudio socioeconómico

Partiendo de lo expuesto en el apartado 2.2. *Entorno socioeconómico* y de los requisitos que se extraen de la hipótesis inicial se determina una posible localización que el cliente estimará oportuno aceptar o no atendiendo también a requisitos legales, calificación de terrenos y licencias de construcción pertinentes que se escapan del alcance de este Trabajo de Fin de Grado.

Como conclusión del breve análisis expuesto 2.2. *Entorno socioeconómico* donde se comparaban 3 grandes áreas, se extrajo que la mejor opción para ubicar el CAT es el Área 2: Zona al Este de Madrid.

La posible ubicación presentada es la siguiente: un terreno en Alcalá de Henares con acceso por la A-2 y por la calle Francisco Rabal.



*Ilustración 15. Propuesta de localización para el CAT [7]*

Este terreno se encuentra bien situado geográficamente y son buenas las comunicaciones por carretera, algunos ejemplos de los tiempos estimados de transporte por carretera desde los grandes núcleos de población son: 30 min desde el centro de Madrid, 20min desde Vallecas, 35 min desde Carabanchel, 25 min desde Alcobendas y 25 min desde Guadalajara. [7]

Asumiendo que el cliente considera esta localización como una opción válida, prosigo en el siguiente apartado a detallar la extensión y accesos del CAT que se construiría en ese lugar.

### 4.3. Superficie inicial estimada y accesos

Para definir una superficie inicial es necesario, primero, definir algunas características del CAT.

La extensión del CAT depende en gran medida del volumen de coches a tratar por día, pero la parte del CAT que más extensión ocupa es la campa donde los coches ya descontaminados y parcialmente desguazados se apilan durante un tiempo con el objetivo de que acaben de ser desguazados por los clientes y una vez ya han excedido el tiempo estipulado o están completamente desguazados son enviados a la prensa. Por lo que la forma en que se plantee el CAT determina en gran medida la superficie necesaria:

- Si se plantea un CAT con una campa muy reducida, que simplemente actúe como almacén en caso de necesitar hacer reparaciones en la prensa o porque haya picos en la demanda. Entonces la superficie será mucho menor ya que la campa tendrá aproximadamente las dimensiones de un parking para unos 150

vehículos (aproximadamente la cantidad de vehículos que puede dar de baja en un día más un coeficiente de seguridad) a lo sumo.

- Si se plantea un CAT en el cual se realice la descontaminación del vehículo y la extracción exclusivamente de las piezas que en ese momento interesen según marca y modelo de vehículo. Entonces se dejan durante un tiempo los vehículos semidesguazados para que los clientes extraigan las piezas que no pueden encontrar entre las piezas a la venta o en las que no merece gastar en mano de obra en desmontarlas por su poco valor, como por ejemplo los guardabarros. Entonces se deberá tener una superficie de campa de dimensiones comparables a diez veces la suma de la superficie de las naves donde se realizan los procesos de descontaminación, desmontaje, etc.
- Otra variante del punto anterior es plantear un CAT en el que se usen estanterías de carga para ordenar los vehículos en la campa, lo cual reduce la superficie campa necesaria considerablemente, del orden de 2-3 veces (dependiendo de las alturas de la estantería pero teniendo en cuenta que los pasillos aumentan de tamaño porque se requiere mayor maniobrabilidad). Esto se haría para ordenar los vehículos mientras se les mantiene a la espera de que el consumidor pida una pieza que no se haya desmontado previamente y entonces se desmontaría de los vehículos en la campa. En ningún caso la pieza podría ser desmontada por el cliente ya que se necesitan carretillas elevadoras para bajar los vehículos por lo que sería un planteamiento diferente al anterior.

En base a los requisitos del cliente, planteados en el apartado de objetivos, la opción que será válida para este TFG será la primera opción, debido a dos factores: en primer lugar, el cliente busca minimizar la inversión y en segundo lugar, se plantea un CAT en el cual sólo hay venta de recambios/piezas al por mayor, por lo que no se contempla que los clientes puedan acceder a la campa a desmontar una pieza en concreto.

El otro parámetro a tener en cuenta es el volumen de vehículos con los que va a tener que lidiar cada día el CAT. Este punto depende de en qué punto quiera situarse el inversor en el mercado y de su inversión inicial. Asumiendo que el cliente planea llegar a competir con los CATs que más facturan, en cuanto pase la primera etapa de asentamiento, se procederá a tratar un objetivo de 120 vehículos por día.

Por lo cual una vez definido el objetivo y el modelo de CAT: gestión de 120 vehículos diarios, CAT sin apenas superficie de campa, que sirva sólo para casos puntuales; se puede hacer una estimación inicial de la superficie necesaria.

Para poder estimar el área que ocupará el CAT es necesario conocer cuáles serán las instalaciones necesarias para que el CAT pueda cumplir con su cometido. La estimación que se hará de las instalaciones y del conjunto es sólo aproximada y será corregida a lo largo del avance del TFG. Teniendo en cuenta el requisito de mínima inversión, la superficie debe minimizarse por lo que posteriormente se integrarán todas las áreas en una sola nave más un edificio de oficinas, pero a priori se establecen unas dimensiones

aproximadas de cada una de las áreas por separado. Las instalaciones que en un principio se establecen como necesarias son:

- **Área de recepción** de los vehículos: zona de llegada de las grúas con espacio para poder aparcar hasta 150 vehículos, donde en primer lugar se verifica que los datos del vehículo coinciden con los de la documentación, en esta zona se espera a que se efectúe la tramitación de la baja para así poder pasar a la identificación y registro del mismo y a su inspección visual. En esta estimación tengo en cuenta la necesidad de maniobrabilidad en esta área.
- **Área de descontaminación y desmontaje** de las piezas seleccionadas: estimar la superficie de esta nave es complejo por lo que este es uno de los valores que más cambios pueden sufrir.
- Área de limpieza, etiquetado y clasificación de las piezas extraídas (**área de preparación para la reutilización** de piezas).
- **Área de prensado**, donde se encontrará la(s) prensa(s) que se utilizaran para reducir a un cubo el vehículo una vez se ha estimado que no puede aportar más piezas.
- **Área de preparación de pedidos** donde se clasificarán y se almacenarán por cortos periodos de tiempo las piezas antes de ser cargadas en los vehículos de reparto.
- **Oficina de tramitación de bajas** de los vehículos, oficina de operadores telefónicos para el registro de pedidos, oficina del departamento de mecánica, oficina de control y gestión de stocks y oficina de dirección.
- **Área de almacén**, donde se colocarán en estanterías las piezas ya extraídas.
- **Área de espera y salida de los materiales** (baterías, fluidos,etc) destinados a las empresa gestora y de los vehículos prensados destinados a la empresa fragmentadora.
- **Parking de grúas y de vehículos de reparto**: teniendo en cuenta que a priori se estima una flota de 40 grúas (asumiendo que una grúa puede realizar como mínimo 3 recogidas al día en base al objetivo que son 120 vehículos por día y algunas grúas tendrán capacidad para 2 coches) y 50 furgonetas.
- **Campa**: tendrá una extensión aproximada de un parking para 150 vehículos.
- **Parking maquinaria y empleados**, estimando una capacidad de aproximadamente 300 vehículos.
- **Comedor- Cafetería, vestuarios y duchas**



A las instalaciones aquí descritas les corresponde una superficie aproximada cuya estimación inicial puede verse en la siguiente tabla, algunas de ellas como por ejemplo las oficinas y la cafetería se integran en un mismo edificio, que tendrá varias plantas, mientras que es posible que después sea necesario añadir alguna instalación más a lo largo de la definición del diseño del CAT.

Instalación	Extensión estimada [m <sup>2</sup> ]
Área de recepción de los vehículos	3.700
Oficinas, vestuarios y cafetería	500
Área de descontaminación y desmontaje	7.000
Área de limpieza, etiquetado y clasificación de las piezas.	3.000
Área de preparación de pedidos	2.000
Área de almacén y venta	10.000
Área de prensado	3.000
Área de espera y salida de los materiales	5.000
Parking de grúas y maquinaria	3.500
Parking vehículos de reparto y empleados	4.500
Campa	3.500
<b>TOTAL</b>	<b>45.700</b>

*Tabla 2. Relación de extensiones aproximadas.*

Para realizar las estimaciones me baso en datos pertenecientes a otras empresas, sobre todo en lo que se refiere a cuánto terreno ocupa su campá o sus parkings, ya que fácilmente puedo extraer esa información de, entre otras fuentes, Google Maps en Vista Satélite, en el TFG final se detallarán más esos datos.

En total suman 45.700m<sup>2</sup> la recomendación será establecer a priori una superficie de **50.000 m<sup>2</sup>** para tener en cuenta así también en cuenta un margen de espacio para las carreteras interiores, rotondas y los accesos, que no se habían tenido en cuenta y suponen una gran parte de la superficie total, aunque al integrar todas las áreas minimizamos la superficie ocupada por las diferentes conexiones. De todas formas durante el diseño del sistema inbound-outbound de este CAT se intentará optimizar la superficie requerida. En las siguientes figuras puede apreciarse la superficie en la localización elegida.



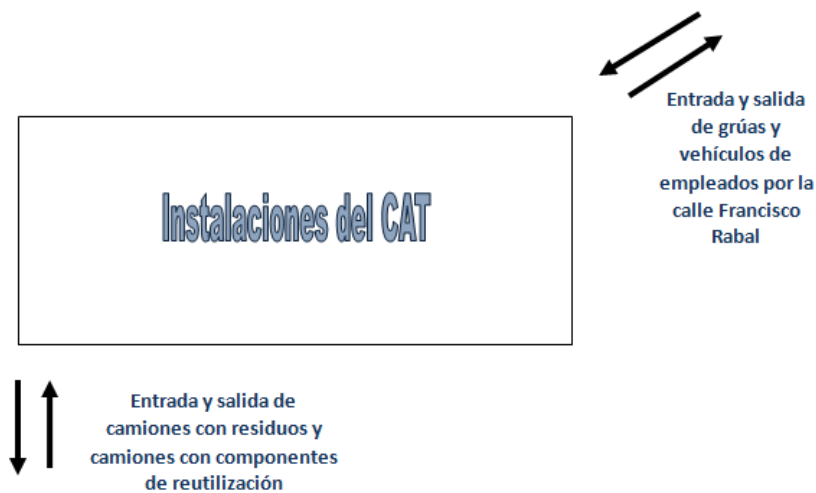


Ilustración 16. Propuesta de terreno en base a la localización propuesta y la superficie estimada. Vista satélite. [7]



Ilustración 17. Propuesta de terreno en base a la localización propuesta y la superficie estimada. Vista mapa. [7]

En la siguiente ilustración se pueden apreciar los accesos que deberá tener a priori en base a lo expuesto anteriormente:



*Ilustración 18. Accesos del CAT*

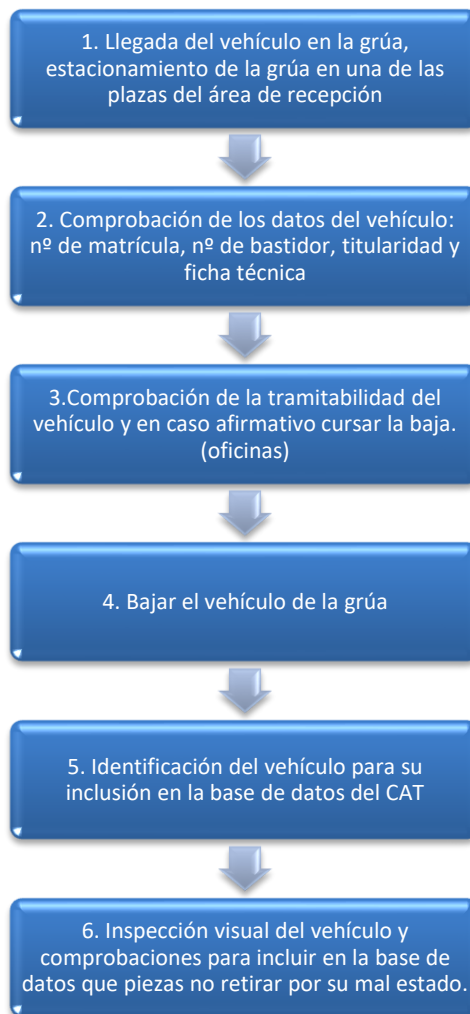
## **4.4. Diseño de cada una de las Áreas de Gestión**

En este apartado se procede a diseñar el sistema inbound-outbound del CAT, dando las características y la planificación de cada una de las Áreas de Gestión.

### **4.4.1. Diseño del Área de recepción**

Como se verá en este apartado, el diseño del área de recepción es crucial para poder llegar al objetivo de 120 VFVU diarios, ya que será el área en cargada de absorber los “transitorios”, es decir, todos los días no habrá la misma demanda de vehículos para dar de baja, por lo tanto para poder diseñar y establecer el tratamiento en base a un flujo constante.

#### **4.4.1.1. Relación de operaciones básicas del proceso de recepción**



#### 4.4.1.2. Elementos técnicos necesarios

Esta área no destaca por su complejidad técnica pero si hay que tener en cuenta algunos elementos técnicos importantes, tanto para poder mover los VFVU como para poder cumplir la normativa de aplicación.

##### 4.4.1.2.1. Elementos requeridos por la normativa

En base a lo explicado anteriormente, en el apartado sobre imposiciones de la normativa, se deben seguir tanto el *ANEXO II* del Real Decreto 20/2017 como el punto 3 de la norma UNE 26470:2002, para determinar las imposiciones técnicas de la normativa. En este punto se detallan única y exclusivamente los elementos explícitamente solicitados por la normativa para el área de recepción, pero no son los únicamente necesarios.

## Instalaciones

- **Pueden ser no cubiertas.** Esta área se diseña y trata como una zona no cubierta pero se recomienda (ya que esto es voluntario) que, aunque esta área no esté dentro de una nave industrial, si se ponga una tejavana o marquesina a dos aguas, es decir, sin paredes pero que la zona esté a cubierto para facilitar la labor de los trabajadores tanto en días de lluvia como en verano.
- **El pavimento deberá ser impermeable:** el pavimento tendrá especificaciones técnicas detalladas en el **ANEXO A1** de esta memoria. Estas especificaciones constituyen las características técnicas mínimas que el pavimento debe cumplir.
- Se deberá incluir un **sistema de recogida y tratamiento de fluidos** derramados, que deberá estar dimensionado para poder recoger el agua procedente de precipitaciones al tratarse de una zona no cubierta. Se colocará una serie de sumideros en la zona central del pavimento (recorrida por un canalón). El pavimento deberá tener la pendiente (reducida, del orden del 1%) orientada hacia el canalón y los sumideros. Estos sumideros darán a las arquetas que se encuentran bajo el propio área de recepción y que están dimensionadas para asegurar el tratamiento de todas las aguas del CAT que necesitan un tratamiento previo a su vertido al alcantarillado público. Las especificaciones técnicas del sistema de recogida y tratamiento (compuesto por: arquetas, un decantador y un separador de grasas) de aguas residuales se encuentran en el **ANEXO A2**. El sistema ha sido dimensionado para dar servicio incluso el día de mayor precipitaciones, para lo cual se han obtenido datos de las precipitaciones en Alcalá de Henares para 2017 [11]:



Resumen de Valores de Precipitación a lo largo del Periodo seleccionado:

CARACTERÍSTICA	VALOR	FECHA
Máxima precipitación diaria registrada:	10.6 l/m <sup>2</sup>	11-12-2017
Precipitación total acumulada en el periodo:	45.4 l/m <sup>2</sup>	

*Ilustración 19. Precipitaciones en 2017 [11]*

- Extensión mínima de 200 m<sup>2</sup>

#### 4.4.1.2.2. Elementos técnicos accesorios

Elementos comunes

*Extintores de clase A, B, C, F y D*

*Carretilla elevadora con capacidad de hasta 3.500 kg*

Se propone utilizar el modelo: *DFG/TFG 425s/430s/435s Carretilla de gas y diésel con accionamiento hidrostático (3.500 kg)* de la empresa Jungheinrich. [12]

#### 4.4.1.3. Estudio de la capacidad de procesado: tiempos y volúmenes

Aunque en esta área no se lleven tareas complejas ni largas hay que definir y optimizar los procesos de forma que se alisen los picos de demanda para poder hacer que la instalación de tratamiento funcione en su punto de funcionamiento óptimo. En este caso no habrá estaciones como es el caso del Área de descontaminación y desmontaje.

##### 4.4.1.3.1. Descripción y tiempo de procesado de cada una de las operaciones

Las operaciones a realizar son las indicadas en el apartado 4.4.1.1. *Relación de operaciones básicas* que constituyen el proceso al que debe ser sometido el VFVU cuando llega al CAT (por homogeneidad se dará el tiempo en horas por homogeneidad con el apartado de descontaminación y desmontaje):

Operación	Descripción	Tiempo estimado [h]
<b>1. Llegada del vehículo en la grúa, estacionamiento de la grúa en una de las plazas del área de recepción</b>	El conductor de la grúa aparcará en una de las plazas del área de recepción, sin bajar el VFVU todavía porque en caso de no ser tramitable no puede quedarse en la zona de recepción	0.1
<b>2. Comprobación de los datos del vehículo: n° de matrícula, n° de bastidor y ficha técnica</b>	El conductor de la grúa realizará esta serie de comprobaciones para llevar los datos a las oficinas.	0.1
<b>3. Comprobación de la tramitabilidad del vehículo y en caso afirmativo cursar</b>	El conductor de la grúa entrega la documentación y pasa al área de descanso hasta que confirman la titularidad del	0.15

<b>la baja. (oficinas)</b>	vehículo y su tramitabilidad.	
<b>4. Bajar el vehículo de la grúa</b>	Una vez dado el aviso de que el VFVU es tramitable, el conductor baja el vehículo de la grúa y pone un banderín rojo identificativo para que el verificador sepa que ya puede pasar la inspección al vehículo. El conductor se lleva la grúa. Si ha habido algún problema y el VFVU no es tramitable, se le deberá llevar a la zona de incidencias y colocarle un banderín negro para que los responsables de esa zona evalúen la situación y sigan el proceso adecuado.	0.15
<b>5. Identificación del vehículo para su inclusión en la base de datos del CAT</b>	El verificador incluye al vehículo (marca modelo, año estado, etc.) en la base de datos del CAT y lo asocia con un código de barras que podrá al VFVU con una pegatina en la parte superior de la luna delantera. Dentro del vehículo dejará las mismas pegatinas para que sean puestas en las piezas extraídas para reutilización, para así saber a qué coche pertenece.	0.1
<b>6. Inspección visual del vehículo y comprobaciones para incluir en la base de datos que piezas no retirar por su mal estado</b>	Comprobación e inclusión de datos para ahorro de tiempo en las fases posteriores, comprobación del estado del motor, las luces, etc. Para así maximizar la eficiencia del proceso. Cuando acabe, debe poner el banderín verde que le indica a los conductores de carretillas elevadoras que VFVU está listo para ir a área de recepción.	0.25
<b>Operación</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tiempo estimado [h]</b>
<b>1. Llegada del vehículo en la grúa, estacionamiento de la grúa en una de las plazas del área de recepción</b>	El conductor de la grúa aparcará en una de las plazas del área de recepción, sin bajar el VFVU todavía porque en caso de no ser tramitable no puede quedarse en la zona de recepción	0.1
<b>2. Comprobación de los datos del vehículo: n° de matrícula, n° de bastidor y ficha técnica</b>	El conductor de la grúa realizará esta serie de comprobaciones para llevar los datos a las oficinas.	0.1
<b>3. Comprobación de la tramitabilidad del vehículo y en caso afirmativo cursar la baja. (oficinas)</b>	El conductor de la grúa entrega la documentación y pasa al área de descanso hasta que confirman la titularidad del vehículo y su tramitabilidad.	0.15
<b>4. Bajar el vehículo de la grúa</b>	Una vez dado el aviso de que el VFVU es tramitable, el conductor baja el vehículo de la grúa y pone un banderín rojo identificativo para que el verificador sepa que ya puede pasar la inspección al vehículo. El conductor se lleva la grúa. Si ha habido algún problema y el VFVU	0.15

	no es tramitable, se le deberá llevar a la zona de incidencias y colocarle un banderín negro para que los responsables de esa zona evalúen la situación y sigan el proceso adecuado.	
<b>5. Identificación del vehículo para su inclusión en la base de datos del CAT</b>	El verificador incluye al vehículo (marca modelo, año estado, etc.) en la base de datos del CAT y lo asocia con un código de barras que podrá al VFVU con una pegatina en la parte superior de la luna delantera. Dentro del vehículo dejará las mismas pegatinas para que sean puestas en las piezas extraídas para reutilización, para así saber a qué coche pertenece.	0.1
<b>6. Inspección visual del vehículo y comprobaciones para incluir en la base de datos que piezas no retirar por su mal estado</b>	Comprobación e inclusión de datos para ahorro de tiempo en las fases posteriores, comprobación del estado del motor, las luces, etc. Para así maximizar la eficiencia del proceso. Cuando acabe, debe poner el banderín verde que le indica a los conductores de carretillas elevadoras que VFVU está listo para ir a área de recepción.	0.25

Tabla 3. Descripción y tiempo estimado de las operaciones del área de recepción

#### 4.4.1.3.2. Estudio de volúmenes

En el caso del área de recepción el *input* y el *output* es el mismo: VFVU. Lo que cambia es el número de ellos, ya que según el mes del año o el día de la semana se producirá un pico o un valle en la llegada de vehículos y eso es con lo que debe lidiar el área de recepción. Mientras que el área de descontaminación y desmontaje se dimensiona para trabajar en un punto de funcionamiento óptimo en el valor medio objetivo de 120 VFVU, el área de recepción se debe dimensionar en base a los picos máximos que puede llegar a tener.

Para calcular esos picos se utiliza la información proporcionada por la página web de SIGRAUTO, en la que podemos ver el número de bajas según mes del año 2017:

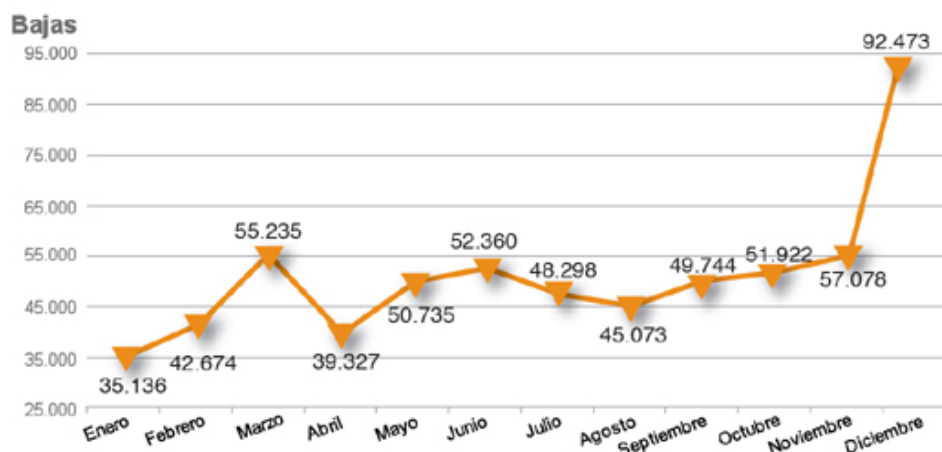


Gráfico 2. Bajas de vehículos según mes durante el año 2017. [5]

Se puede observar claramente que en diciembre el número de bajas se dispara ya que coincide con el final del periodo impositivo del Impuesto de Vehículos de Tracción Mecánica (IVTM).

Asumiendo una media de 24 días laborables por mes (6 días por semana ya que se asume que la planta funcionará de Lunes a Sábado), si se cumpliera el ideal de 120 VFVU por día, llegarían al CAT 2.880 VFVU por mes, un total de 34.560 VFVU al año.

Cogiendo el dato de los VFVU tratados en un año y aplicando el factor de ponderación que podemos extraer de anterior gráfico se obtiene la distribución a lo largo del año para el CAT y una estimación diría según el mes si se asume que todos los días del mismo mes llegan el mismo número de VFVU:

MES	BAJAS PREVISTAS	BAJAS PREVISTAS POR DÍA DE ESE MES
Enero	1.958,37	81,60
Febrero	2.378,52	99,11
Marzo	3.078,63	128,28
Abril	2.191,97	91,33
Mayo	2.827,82	117,83
Junio	2.918,39	121,60
Julio	2.691,99	112,17
Agosto	2.512,23	104,68
Septiembre	2.772,58	115,52
Octubre	2.893,98	120,58
Noviembre	3.181,36	132,56
Diciembre	5.154,17	214,76

Tabla 4. Llegada estimada de VFVU al CAT



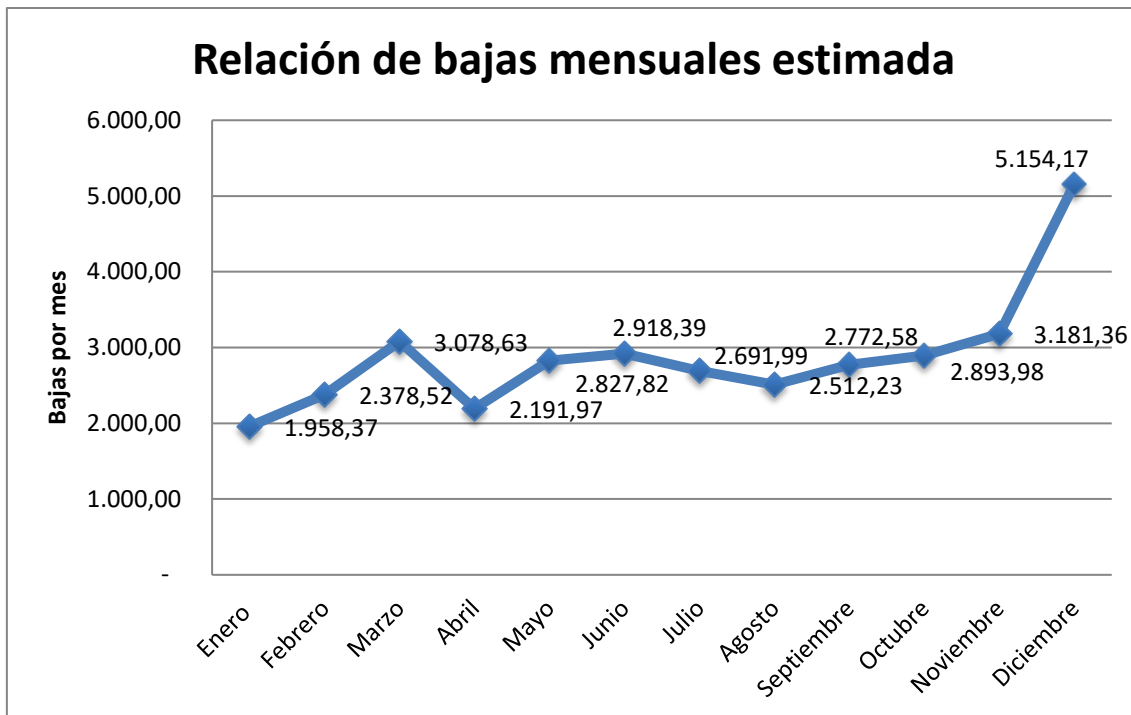


Gráfico 3. Relación de bajas mensuales estimadas

En base a los resultados obtenidos, se deberá dimensionar el área de recepción para que haya espacio para 350 vehículos para así asegurar que puede acoger los VFVU que llegan en diciembre. En base a la rotación derivada del proceso de tratamiento podría pensarse que se puede reducir el espacio necesario hasta menos de 220 plazas, pero de hecho hay que aumentarlo ya que en esos días se producirá acumulación, el espacio se estimará para 350 VFVU como ocupación máxima estimada los días de mayor afluencia.

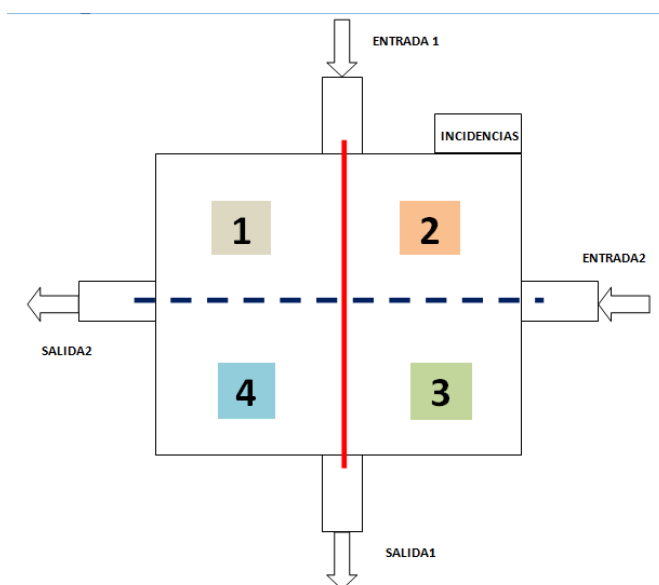
#### 4.4.1.4. Diseño final del área de recepción: Distribución espacial del área

En base a los datos y necesidades expuestas en los apartados anteriores se procede a diseñar la distribución del área.

En primer lugar, es necesario definir la extensión: **9.025m<sup>2</sup>** (95mx95m), serán necesarios para poder dar cabida a un pico máximo de aproximadamente 350 VFVU. Se habilitará una pequeña zona de incidencias con espacio para aparcar 3 VFVU aprox. 150m<sup>2</sup>.

Se plantea que el área sea de planta cuadrada y se divida en cuatro zonas para así implementar la técnica del “barbecho” para la llegada de grúas con los VFVU y la salida de los VFVU hacia el área de descontaminación y desmontaje. Además, habrá dos entradas para grúas y dos salidas para carretillas que se usarán alternativamente

según qué zonas se estén llenando o vaciando. La idea es separar las grúas de las carretillas para mayor maniobrabilidad y seguridad. Esquemáticamente el área se verá así:



*Ilustración 20. Representación esquemática de la distribución del área de recepción.*

La distribución se basa en lo siguiente: 4 zonas de las cuales 3 estarán ocupadas, una por las grúas que están aparcando los VFVU, otra por los técnicos verificadores que realizan las inspecciones visuales y otra por las carretillas que recogen los VFVU para llevarlos al área de descontaminación y desmontaje. En la zona que les corresponda los conductores de las grúas deberán realizar las operaciones 1, 2 y 4 (detalladas en el apartado 4.4.1.3.1. *Descripción y tiempo de de procesamiento de cada una de las operaciones*) mientras que los técnicos deberán realizar las operaciones 5 y 6, de esta forma cuando los conductores de grúas acaben su trabajo en la zona, todos los VFVU deberán tener un banderín rojo y cuando acaben los técnicos verificadores todos los VFVU de la zona deberán tener banderín verde.

La idea es que las grúas y las carretillas nunca estén al mismo lado de la línea roja, de esta forma no se cruzan carretillas y grúas porque las entradas y salidas se utilizarán de forma alternativa. La dinámica de organización deberá ser la siguiente: si las grúas están descargando en las zonas 1 o 4 deberán entrar por la entrada 1, lo cual implicará que las carretillas estarán cargando en la zona 2 o 3 por lo tanto deberán salir por la salida 1. Si las grúas están descargando en la zona 2 o 3 deberán llegar por la entrada 2 y las carretillas entonces deberán estar cargando en la zona 1 o 4 por lo que deberán salir por la salida 2.

Tanto las entradas como las salidas son carriles de doble sentido por lo tanto las grúas y las carretillas van y vuelven por dónde han entrado al área de recepción.

Los técnicos verificadores estarán siempre en la zona siguiente a las grúas. Por ejemplo: las grúas en la zona 1, técnicos en la 4 y carretillas en la 3. El cambio lo determinarán

las carretillas y los técnicos cuando acaben su trabajo: todos los VFVU de la zona de los técnicos deberán tener banderín verde y no deberá quedar ningún VFVU con banderín verde en la zona de las carretillas, una vez ocurra eso se mandará moverse a todos una zona en el sentido de las agujas del reloj. Cuando grúas y carretillas atraviesen la línea roja imaginaria se cambiará la entrada y la salida.

El diseño y la distribución final de la planta se encuentran detallados en el plano del área de recepción en el **ANEXO B2**.

En el **ANEXO B1** se encuentra el plano con la ubicación de esta área dentro de las instalaciones del CAT.

#### 4.4.2. Área de descontaminación y desmontaje

Esta área es la más extensa y compleja técnicamente, además es el eje central del CAT por lo que es en la que se realiza prácticamente todo el procesado del VFVU.

El diseño de esta área se extiende hasta la zona donde se cargan los residuos para ser enviados a las empresas gestoras por lo que en el diseño y la planificación se incluye la salida de los materiales.

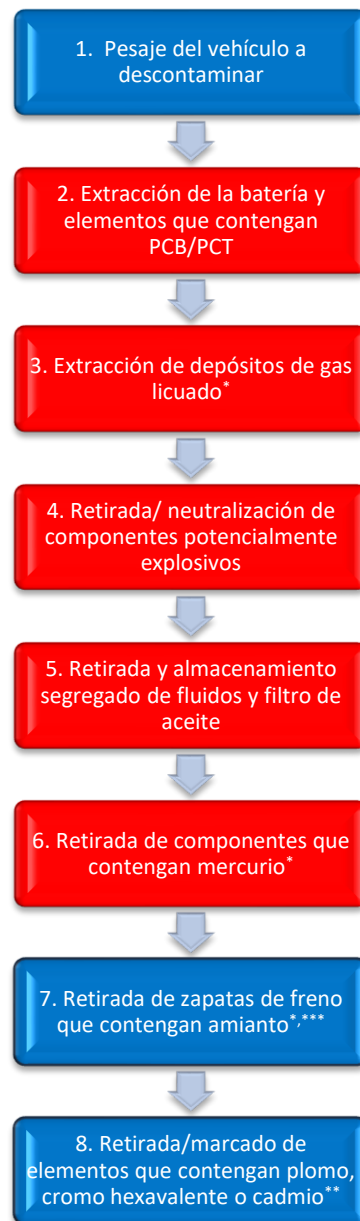
##### 4.4.2.1. Relación de operaciones básicas del proceso de descontaminación y desmontaje

Una vez estudiada la normativa, se puede proceder al establecimiento de la secuencia de operaciones que se deberán llevar a cabo en la fase de descontaminación y desmontaje. En los siguientes puntos se enumeran cada uno de esos procesos, primero de descontaminación y después de desmontaje, que se deben realizar como **mínimo**.

Este apartado constituye una **simple enumeración** de los procesos: **las operaciones en rojo indica que no se puede cambiar su orden**, ya que viene impuesto por normativa, mientras que las azules si se podrá, posteriormente cuando se defina la secuencia final de procesado, cambiar su posición cronológica en el proceso siempre y cuando no alteren el orden de ninguna de las rojas, no pueden “saltarlas”. Todas las operaciones de descontaminación se realizan antes que las de desmontaje, haciendo una excepción: que para extraer algún residuo sea necesario desmontar primero algún componente, de esa forma ya se quedarían desmontados.

Al ser una enumeración posteriormente se procederá a establecer las estaciones, puntos en los que se realizan las operaciones, y **se podrán realizar varias operaciones en una misma estación**. Pero lo que ahora se define no son las estaciones sino las operaciones.

#### 4.4.2.1.1. Operaciones de descontaminación

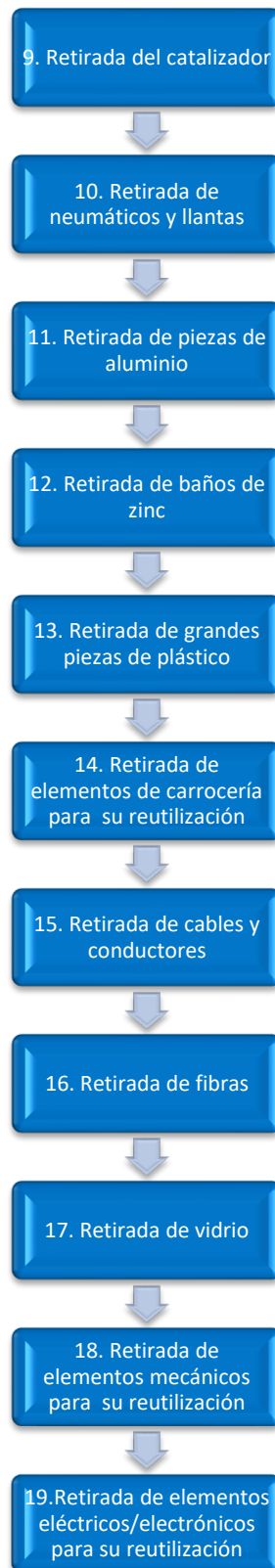


\*Estas operaciones no se tendrán que realizar en todos los modelos de vehículos, dependerá de si lo contiene o no. En el caso del mercurio sólo se encuentra en vehículos homologados antes del 1 de julio de 2012.

\*\*En este caso hay que examinar detenidamente el ANEXO I ya que indica dónde, piezas y modelos de vehículos, se pueden encontrar estas sustancias además de indicar si el desmontaje es obligatorio o no y si se permite su reutilización.

\*\*\*Esta operación requiere la previa retirada de las ruedas del vehículo por lo que ya se quedarían desmontados.

#### 4.4.2.1.2. Operaciones de desmontaje



En el caso de las operaciones de desmontaje hay libertad para establecer el orden en base a optimizar el funcionamiento de la planta en cuanto a espacio y a tiempo ya que no hay ninguna restricción en cuanto a normativa en ese aspecto.

#### **4.4.2.2. Elementos técnicos necesarios**

Entre los elementos técnicos cabe distinguir entre requeridos por la normativa y los que se deben añadir para posibilitar o facilitar el proceso de descontaminación y desmontaje.

En los siguientes apartados se encuentra una descripción técnica de los principales elementos necesarios, así como un modelo propuesto. Además, se señalan también los aspectos generales sobre las instalaciones en sí (por ejemplo: si las operaciones se deben hacer en una zona cubierta o no).

Hay que mencionar que los elementos que no aplican directamente al proceso como tal o no son especificados en la normativa, no son detallados en este informe, como es el caso del equipo de iluminación, ya que se escapa del alcance de este Trabajo de Fin de Grado. De la misma forma, no se dan detalles sobre elementos estructurales.

##### **4.4.2.2.1. Elementos requeridos por la normativa**

En base a lo explicado anteriormente, en el apartado sobre imposiciones de la normativa, se deben seguir tanto el *ANEXO II* del Real Decreto 20/2017 como el punto 3 de la norma UNE 26470:2002, para determinar las imposiciones técnicas de la normativa. En este punto se detallan única y exclusivamente los elementos explícitamente solicitados por la normativa, pero no son los únicamente necesarios.

#### **Instalaciones**

- **Deberán ser cubiertas**, es decir, todo el proceso se llevará a cabo en el interior de la nave.
- **El pavimento deberá ser impermeable**: el pavimento tendrá las mismas especificaciones técnicas que el del área de recepción, las cuales están detalladas en el *ANEXO AI* de esta memoria. Estas especificaciones constituyen las características técnicas mínimas que el pavimento debe cumplir.
- Se deberá incluir un **sistema de recogida y tratamiento de fluidos** que hayan sido vertidos al suelo: se colocará una serie de sumideros en la zona central del pavimento (recorrida por un canalón). El pavimento deberá tener la pendiente (reducida, del orden del 1%) orientada hacia el canalón y los sumideros. Estos sumideros darán a las arquetas que estarán conectadas por tuberías al sistema de tratamiento de aguas que se encuentra bajo el área de recepción y que está dimensionado para asegurar el tratamiento de todas las aguas del CAT que

necesitan un tratamiento previo a su vertido al alcantarillado público. Las especificaciones técnicas del sistema de recogida y tratamiento (compuesto por: arquetas, un decantador y un separador de grasas) de aguas residuales se encuentran en el **ANEXO A2**

- Zona habilitada para el almacenamiento de neumáticos: debido al gran volumen de neumáticos que se producirá en el CAT (entre 450-500 aproximadamente), todos los días se enviará un camión a la empresa gestora correspondiente, por lo tanto, simplemente se almacenarán en contenedores estándar (especificaciones técnicas de contenedores estándar en el **ANEXO A3**) y se cargarán en el camión hasta que se complete o se cierre la planta. Como buffer se habilitará una sala de 70 m<sup>2</sup> sin ventanas, con temperatura constante y extintores de polvo ABC, en la cual se almacenarán en caso de no poder ser enviados por alguna razón puntual.
- La salida de residuos se hará directamente de planta al camión por unas puertas de carga que habrá en los laterales y que deberán tener una marquesina.

### Contenedores y depósitos de fluidos

Los **diferentes residuos deberán ser segregados, almacenados en depósitos adecuados y etiquetados**. Cada residuo deberá ser depositado en su contenedor correspondiente, dando lugar a la lista de contenedores necesarios que se presenta a continuación procedente de la Norma UNE 26470: 2002, punto 3.5 *Equipos para el almacenamiento temporal de los residuos extraídos*:

- Contenedor para baterías resistentes al ácido.
- Depósito para el aceite del motor.
- Depósito para el combustible.
- Depósito para líquido refrigerante.
- Depósito para líquido de frenos.
- Recipiente a presión para fluidos del sistema de acondicionamiento de aire. (Estará integrado en el sistema de recuperación de fluidos del aire acondicionado)
- Contenedor para filtros de combustible.
- Contenedor para catalizadores. (estándar)
- Depósito para aceite de la caja de cambios (valvulina).
- Depósito para aceite de la transmisión (valvulina).
- Depósito para aceite hidráulico.

- Depósito para líquido anticongelante.
- Contenedores adecuados para almacenar transformadores y condensadores que puedan contener PCB/PCT [3]

En el **ANEXO A3** se puede encontrar modelo de contenedor para cada uno de ellos.

Además de la lista señalada anteriormente, los residuos no peligrosos como el vidrio, fibras o piezas de plástico serán depositados de forma segregada en contenedores estándar, donde también se almacenarán los depósitos de GLP (Gases Licuados del Petróleo). El modelo de contenedor estándar también puede encontrarse el modelo indicado en el apartado **ANEXO A3**.

### Elevadores y sistemas de extracción de fluidos

Para realizar correctamente las operaciones de extracción de fluidos del vehículo son necesarios **elevadores que permitan a los operarios trabajar** con comodidad, pero estos elevadores no se usarán exclusivamente en este punto del proceso, sino que se deberán utilizar prácticamente en todas las estaciones del proceso de descontaminación y desmontaje. La elección de un elevador electrohidráulicos de 2 columnas y no de tijera, por ejemplo, se basa en el uso de plataformas móviles para mover los vehículos de una estación a otra, como se explica en el punto *Elementos diferenciadores*. Las especificaciones técnicas del modelo de elevador propuesto pueden encontrarse en el apartado **ANEXO A4**.

En cuanto a los **equipos de extracción de fluidos** se ha determinado que se utilicen los equipos modulares para descontaminación de vehículos fabricados por la empresa *Velyen* que consiste en una serie de módulos, cada uno de ellos previsto para succionar un determinado fluido. El equipo funciona con aire comprimido. Cada módulo incorpora una potente bomba de succión de diafragma, a la cual se le incorporará una conducción que conectará con el depósito correspondiente de los citados en el apartado sobre depósitos de este mismo punto.

Dentro de los tres modelos que ofrece la empresa (normal, compacto y para vehículos industriales) se escoge el modelo normal ya que es el que más cuadra con las necesidades de este CAT, con este modelo se puede llegar a tratar hasta 6 VFVU por hora.

Adicionalmente, se deberá instalar también el sistema informático de gestión, que permite el almacenamiento y el control del proceso. [13]





*Ilustración 21. Sistema de extracción de fluidos Velyen [13]*

Esta forma de extracción ha sido elegida debido a diversos motivos:

- Mejora de los sistemas de medición y control del proceso de descontaminación: ya que proporciona información del volumen de fluido extraído en cada caso así como un mayor control de la productividad.
- Ahorro de tiempo de procesado (objetivo fundamental de esta TFG): capacidad de procesado de hasta 6 VFU/hora.
- Diseño compacto, lo que implica una reducción de la superficie y por tanto de la inversión
- Posibilidad de mayor automatización del proceso.

Las especificaciones técnicas pueden encontrarse en el apartado **ANEXO A5**.

La relación de fluidos que serán extraídos con este sistema es la siguiente:

- Fluidos directos: Gasolina, Gasolina S/Plomo, Gasoil, Aceite, Agua con Anticongelante, Líquido de frenos
- Fluidos retirados de forma indirecta: Valvulina, Aceite de diferencial, Aceite Hidráulico de dirección, Aceite de amortiguadores y Líquido Limpiaparabrisas

Además de lo ya mencionado se deberán obtener perforadores de depósito y recogedor de aceites, como los de las siguientes ilustraciones, también proporcionados por la empresa Velyen. [13]



*Ilustración 22. Perforador de depósitos (equipo neumático) [13]*



*Ilustración 23. Recogedor de aceites [13]*

#### **4.4.2.2.2. Elementos técnicos accesorios**

En este apartado se detallan algunos de los elementos técnicos que, si bien nos son explícitamente requeridos por la normativa propia de los CATs, son completamente necesarios para poder llevar a cabo los procesos que se desarrollan en ellos.

Se separan en elementos comunes, que son los que pueden encontrarse en la mayoría de CATs, y en elementos que se utilizan en este TFG para optimizar el diseño del sistema inbound-outbound.

##### **Elementos comunes**

Debido al gran volumen de elementos y que su uso es más extendido en talleres y otras instalaciones sólo se procederá a mencionar cada elemento y a proponer un modelo que cumpla las necesidades planteadas por el proceso.

##### ***Extintores de clase A, B, C, F y D***

Deberán estar repartidos y señalizados por todas las instalaciones, no sólo en esta área, tal y como indica la normativa antincendios.

#### ***Carretilla elevadora con capacidad de hasta 3.500 kg***

Se propone utilizar el modelo: *DFG/TFG 425s/430s/435s Carretilla de gas y diésel con accionamiento hidrostático (3.500 kg)* de la empresa Jungheinrich. [12]

#### ***Desmontadora de neumáticos automática***

Se propone utilizar el modelo: *Desmontadora de neumáticos HPA M42LL* para neumáticos de hasta 1100 mm, de la empresa Launch Iberica. [14]

#### ***Ventosas para desmontar pantallas, lunas, cristales, sacar abolladuras en puertas y aletas***

Se propone utilizar el modelo: *VENTO-300* de la empresa DYNAVIN. [15]

#### ***Cajas de herramientas comunes y estantería clasificadora***

#### ***Banco de trabajo***

#### ***Juego de herramientas neumáticas***

Como por ejemplo; taladro, destornillador, cortadora radial, etc.

#### ***Compresor para alimentar las herramientas neumáticas***

#### ***Báscula para neumáticos***

Necesaria para llevar el registro total de neumáticos enviados a la empresa gestora para su reutilización. Se propone utilizar el modelo de báscula de suelo: *GRAM K2 TORTUGA* de la empresa Flintec, con capacidad de hasta 1500kg y resolución de 0.5 kg. [16]

Además, las instalaciones contarán con los requisitos y equipos básicos con los que debe contar cualquier empresa: alumbrado adecuado, aire acondicionado, aseos, etc.

### **Elementos diferenciadores**

En este apartado se procede a detallar una serie de elementos técnicos que se propone utilizar con el fin de optimizar el proceso de descontaminación y desmontaje. En este caso si pueden encontrarse la relación de especificaciones técnicas en el *ANEXO B*.

- **Báscula** para pesar los vehículos según llegan del área de recepción (antes de comenzar el proceso de descontaminación y desmontaje): se propone pesar los

vehículos tanto antes de la descontaminación como después del proceso de prensado, de esta forma se pueden obtener datos que permitan llevar a cabo un seguimiento más exhaustivo de la cantidad de materiales que salen del CAT para su reciclaje/reutilización pudiendo así comprobar el cumplimiento de los objetivos marcado en el Real Decreto 20/2017 *Artículo 8. Objetivos de preparación para la reutilización, reciclado y valorización*. En el **ANEXO A6** se pueden encontrar las especificaciones técnicas de la báscula propuesta.

- **Sistema de transporte** de los vehículos por el interior del área de descontaminación y desmontaje: se plantea el uso de plataformas móviles controladas por radiotelemando por los operarios, como la de la siguiente figura y cuyas especificaciones técnicas pueden encontrarse en el **ANEXO A7**.



*Ilustración 24. Plataforma móvil para el transporte de los vehículos [17]*

La elección de este sistema se basa en que mejora la maniobrabilidad y seguridad respecto al uso de carretillas elevadoras para el cambio de estación y una mayor flexibilidad respecto a una cinta transportadora. La elección de este sistema implica tener en cuenta algunas consideraciones:

- Se deben utilizar elevadores de 2 columnas ya que el uso de un elevador de tijera implicaría cambiar la configuración de la plataforma (habría que realizar unos agujeros para que pudiese pasar el elevador) y este cambio no es posible. Así que se procederá al uso de elevadores de 2 columnas ya que los brazos portantes se colocan lateralmente. Se comprobó que se escogía un elevador cuya distancia entre columnas sea mayor que el ancho de la plataforma.
- En las especificaciones técnicas de esta plataforma se indica que la carga máxima que puede soportar es de 3000kg lo cual implica que para vehículos entre 3000kg y 3500kg se utilizarán carretillas elevadoras para realizar el cambio de estación. Al representar un pequeño porcentaje de los vehículos que llegan al CAT es asumible el tratamiento de esta excepción. Este dato se puede comprobar en la información que se detalla en el apartado *Situación Actual* dentro del *Estado del arte*.

- Para ayudar a los operarios en el guiado de los vehículos se deben dibujar en el pavimento las líneas del camino que deben seguir las plataformas para realizar los cambios de estación.
- **Cinta transportadora** para llevar las componentes/piezas de carrocería, mecánica, etc. desde la estación en la que han sido extraídas hasta el Área de preparación para la reutilización de componentes. La cinta transportadora será de rodillos, especial para carga pesada y todas las piezas serán colocadas en pallets antes de su colocación en la cinta. En el **ANEXO A8** se pueden encontrar las especificaciones técnicas de la cinta transportadora propuesta.

#### 4.4.2.3. Estudio de la capacidad de procesado: tiempos y volúmenes

En este apartado, partiendo de la secuencia de operaciones descrita en el apartado 3. *Secuencia de operaciones del proceso de descontaminación y desmontajes*, se procede a hacer primero hacer un análisis del tiempo que conlleva cada una de operaciones necesarias sin olvidar las precedencias físicas y las impuestas por normativa.

Posteriormente, se procederá a realizar un estudio de volúmenes para poder así determinar la óptima posición de las estaciones de forma que se optimice el proceso de salida de materiales y residuos.

En base a estos datos se presentarán los diferentes Layouts de planta y secuencias.

##### 4.4.2.3.1. Descripción y tiempo de procesado de cada una de las operaciones

En la realización de este apartado se han utilizado diversas fuentes, ya que estimar los tiempos de realización de las diferentes operaciones es muy complejo debido a las diferentes variables que hay que tener en cuenta: modelo de vehículo, estado del mismo, herramientas de las que se dispone, cualificación de los operarios, etc.

Por lo tanto, los resultados aquí presentados constituyen una aproximación, que ha sido estimada en base a los siguientes criterios:

- Se estiman los tiempos para turismos ya que el CAT recibirá un mayor número de estos que de todoterrenos o de vehículos industriales, como puede verse en los datos sobre vehículos dados de baja en 2017, que recoge la asociación SIGRAUTO.

TURISMOS		TODOTERRENOS		IND <3.500 KG	
RENAULT	82.027	NISSAN	2.786	CITRÖEN	15.179
OPEL	64.968	LAND ROVER	1.697	RENAULT	13.668
CITRÖEN	59.675	SUZUKI	1.398	FORD	5.344
FORD	57.750	MITSUBISHI	1.367	NISSAN	5.115
SEAT	57.261	HYUNDAI	1.331	PEUGEOT	4.853
PEUGEOT	53.992	JEEP	1.197	FIAT	3.393
VOLKSWAGEN	26.599	OPEL	1.190	OPEL	2.397
FIAT	19.382	KIA	790	MERCEDES	2.094
NISSAN	15.644	SSANGYONG	638	SEAT	1.944
AUDI	13.310	TOYOTA	619	VOLKSWAGEN	1.226

Tabla 5. Relación de vehículos dados de baja según tipo y marca. [5]

- Se asume que la mayoría de los vehículos son gasolina o diesel tratándose al resto como una excepción, por lo que no se tienen en cuenta a la hora de elaborar estimaciones generales.
- Se asume que el CAT se encuentra en un estado estacionario, es decir, que ya ha pasado la primera etapa de asentamiento y su personal tiene la formación adecuada y trabaja a pleno rendimiento, es decir no se tiene en cuenta la curva de aprendizaje del operario.
- Para establecer una aproximación se recurre a la experiencia, es decir, muchos de los datos que se presentará son estimaciones elaboradas por el personal de otros CAT.
- Este punto trata las operaciones en líneas generales, ya que sobre todo en la parte de desmontaje son muchos las componentes a desmontar y depende completamente del estado del vehículo y la demanda.

Antes de dar la relación de tiempos estimados para cada operación en la siguiente tabla puede encontrarse una breve descripción de cada operación.

1	<b>Pesaje del vehículo a descontaminar</b>	<b>Consiste en el pesaje estático haciendo uso de una báscula delgada por lo tanto el tiempo será reducido.</b>
2	Extracción de la batería y de elementos que puedan contener PCB/PCT	La extracción de la batería se hará en todos los vehículos y consiste en levantar el capó, quitar los bornes y desatornillar la batería, es una operación simple. En cuanto a la retirada de elementos con PCB/PCT consiste en retirar los condensadores y/o transformadores que tenga el vehículo si este es anterior a 1989 ya que hasta los años 80 era común utilizar esta sustancia en la fabricación de estos aparatos. [18]
3	Extracción de depósitos de gas licuado	Esta operación no es muy común que se realice consiste el retirar los depósitos de GLP o GNC, esta operación es más compleja
4	Retirada/ neutralización de componentes potencialmente explosivos	Esta operación consiste básicamente en retirar y neutralizar los AIRBAGS. Primero se quitan las tapas del volante para poder

		desconectar el AIRBAG y después deben soltarse los anclajes, así una vez desmontado los AIRBAGS se llevarán a otra área donde se harán saltar. Adicionalmente si el vehículo dispone de otros componentes potencialmente explosivos deberán ser retirados.
5	Retirada y almacenamiento segregado de fluidos y filtro de aceite	Esta operación tiene 3 tareas, la principal se realiza por el sistema de módulos de descontaminación de la LÍNEA DE DESCONTAMINACIÓN DE VEHÍCULOS FUERA DE USO de la empresa VELYEN y es esto lo que determinará el tiempo que se tarda, básicamente consiste en extraer los fluidos de forma segregada y verterlos en los depósitos correspondientes. Después se deberá proceder a retirar el filtro del aceite, esta tarea es rápida y será realizada por el operario. Por último, se deberá retirar los fluidos del aire acondicionado por personal con la cualificación exigida de conformidad con el Real Decreto 795/2010, de 16 de junio, por el que se regula la comercialización y manipulación de gases fluorados y equipos basados en los mismos, así como la certificación de los profesionales que los utilizan. [1]
6	Retirada de componentes que contengan mercurio	Esta operación sólo se realizará en vehículos homologados antes del 1 de julio de 2012, son dos operaciones: retirar las lámparas de descarga para faros y la retirada de los tubos fluorescentes que hay detrás de los indicadores del salpicadero.
7	Retirada de zapatas de freno que contengan amianto	Esta operación no se realizará en todos los vehículos, para retirar las zapatas es necesario retirar previamente la rueda. Una vez retirada se procede a retirar las zapatas.
8	Retirada/marcado de elementos que contengan plomo, cromo hexavalente o cadmio	Se deben realizar una serie de comprobaciones según lo detallado en el ANEXO I del Real Decreto 20/2017 donde se indican dónde puede encontrarse (componentes y vehículos por fecha de homologación) y si es obligatoria la retirada o si se debe marcar.
9	Retirada del catalizador	Este proceso es rápido ya que simplemente se procede a cortar el tubo de escape y se obtiene el catalizador.
10	Retirada de neumáticos y llantas	Esta operación se realiza haciendo uso de una Desmontadora de neumáticos automática por lo que no debería tardar mucho tiempo en completarse. Después de separar neumáticos y llantas, los neumáticos deberán pesarse antes de darles salida. Las llantas se llevarán a la zona de preparación para la reutilización.
11	Retirada de piezas de aluminio	Esta operación será realizada en la



		fragmentadora donde se lleven los residuos generados por el CAT así que esta operación queda cancelada porque no se retiran piezas expresamente sólo por ser de aluminio. Aunque dentro de las piezas desmontadas para su reutilización algunas serán de aluminio.
12	Retirada de baños de zinc	Esta es una tarea que no laboriosa que no suele hacerse en ningún CAT, por lo que solo se realizará cuando se considere expresamente necesario por lo tanto al tratarse una excepción se saca fuera de la línea principal de desmontaje. Por lo que al no estar en la línea de descontaminación y desmontaje no se dará un tiempo estimado.
13	Retirada de grandes piezas de plástico	Evaluar si en función del estado del vehículo y la demanda si se extrae para su reutilización algún elemento grande de plástico como por ejemplo el salpicadero (bajo pedido) o algún depósito.
14	Retirada de elementos de carrocería para su reutilización	Evaluación del estado de la carrocería y desmontaje de elementos aptos para su reutilización como puertas, capó, etc. Esto variará según el estado del coche y la demanda.
15	Retirada de cables y conductores	Evaluar que cables son rentables de extraer para su reutilización y extraerlos.
16	Retirada de fibras	Retirada de embellecedores de madera y otras componentes que sean aptos para su reutilización.
17	Retirada de vidrio	A excepción de la retirada de los espejos retrovisores, se realizará bajo pedido de pieza (por ejemplo, la luna delantera) el resto se dejará para que sea segregado en la planta de fragmentación.
18	Retirada de elementos mecánicos para su reutilización	Evaluación del estado del VFVU y la demanda para proceder al desmontaje de componentes como el motor y la caja de cambios para su posterior reutilización.
19	Retirada de elementos eléctricos/electrónicos para su reutilización	Evaluación del estado del VFVU y la demanda para proceder al desmontaje de componentes eléctricos o electrónicos como por ejemplo el elevavinas eléctrico, las centralitas, etc.

*Tabla 6. Breve descripción de cada una de las operaciones a realizar en el área de descontaminación y desmontaje.*

Una vez definido lo que se debe hacer se procede a estimar el tiempo necesario aproximado por operación para lo cual, en la mayoría de las operaciones, a consultar a expertos del sector sobre los tiempos de procesamiento de las operaciones que no podía estimar basándome en el proceso. Se consultó a 3 CAT (A, B y C) para así poder comparar los resultados obtenidos, el nombre de los CAT puede encontrarse en el apartado *Agradecimientos* al principio de este TFG. Los datos obtenidos son los siguientes, se utiliza como unidad de tiempo las horas ya que es con la unidad que ellos



suelen trabajar (IMPORTANTE: leer la nota al final de la Tabla para mejor comprensión de los datos expuestos):

Operación	Tiempo estimado en A [h]	Tiempo estimado en B [h]	Tiempo estimado en C [h]	Resultado final [h]	Observaciones
3. Extracción de depósitos de gas licuado	S D	S D	1.8	<b>1.8</b>	Tanto los depósitos de GLP como los de GNC no se encuentran en muchos VFVU por lo que en algunos CAT todavía no han desmontado ninguno, según el dato del único CAT que sí había realizado el desmontaje en ambos casos se tarda lo mismo aprox. Esta operación, al igual que otras, va a ser excluida de la línea principal ya que se realiza en un pequeño porcentaje de VFVU.
5.2. Retirada del filtro de aceite	0.07	0.1	0.1	<b>0.1</b>	La retirada de fluidos se hace con una máquina concreta en este CAT por lo que de la operación 5 sólo era necesario obtener el tiempo de retirada del filtro de aceite.
6.1. Retirada de lámparas de descarga para faros	S D	0.1	0.2	<b>0.15</b>	Recordar que esta operación se realiza sólo en vehículos homologados antes del 1 de Julio de 2012
6.2. Retirada de tubos fluorescentes que hay detrás de los indicadores del salpicadero	S D	S D	0.15	<b>0.15</b>	Recordar que esta operación se realiza sólo en vehículos homologados antes del 1 de Julio de 2012
9.Retirada del catalizador	0.15	0.15	0.15	<b>0.15</b>	
10. Retirada de neumáticos y llantas	0.15 x 5	0.15 x 5	0.18 x 5	<b>0.16 x 5</b>	El resultado es para cada una de las ruedas y comprende retirar la rueda del vehículo y separar la llanta del neumático.
12. Retirada de baños de zinc	S D	S D	S D	<b>S D</b>	Ninguna de las personas consultadas podía dar una estimación sobre el tiempo de retirada de baños de zinc, como se ha indicado anteriormente esta operación será tratada como una

					excepción
<b>13.1.Retirada del salpicadero</b>	2-3	1	2	<b>2</b>	En los CAT consultados el salpicadero suele retirarse sólo bajo pedido ya que es una operación laboriosa. Se hará fuera de la cadena de desmontaje principal así que no se tiene en cuenta este dato.
<b>13.2. Retirada del parachoques</b>	0.3 (cada parachoque)	0.25(cada parachoque)	0.45 (cada parachoque)	<b>0.35</b>	La fluctuación en los resultados se basa en las diferencias según modelo del vehículo.
<b>14.1. Retirada de puertas</b>	0.1 (cada puerta)	0.1 (cada puerta)	0.2 (cada puerta)	<b>0.15</b>	
<b>18.1.Retirada del motor y caja de cambios</b>	1-1.5	1	2-2.5	<b>1.75</b>	Normalmente se saca el bloque entero (motor más caja de cambios) como puede verse es una tarea laboriosa así que deberá hacerse cuando se compruebe que está en buen estado. Este bloque motor incluye también el alternador.

Tabla 7. Relación de tiempos estimados en base a datos de otros CAT [ver apartado de Agradecimientos]

**NOTA:** en la tabla anteriormente expuesta aparecen **única y exclusivamente** los datos de los tiempos que han sido obtenidos consultando al personal de 3 CATs, no son todas las operaciones. Las siglas S D significan Sin Datos, es decir, la persona del CAT en cuestión no podía dar una estimación del tiempo de procesado. Los resultados presentados son estimaciones genéricas que serán utilizadas de referencia, ya que dan el orden de magnitud en el cual estamos trabajando, pero pueden variar de un vehículo a otro.

El resto de las estimaciones se hacen en base al conocimiento del proceso y a la maquinaria que se utilizará, descrita en el apartado 4.4.2.2. *Elementos técnicos necesarios*, y se recogen en la siguiente tabla:

Operación	Tiempo estimado [h]	Observaciones
<b>1. Pesaje del vehículo a descontaminar</b>	<b>0.1</b>	Esta operación se realiza con la Báscula WL 104 para pesaje estático de la empresa <i>TRADESEGUR</i>
<b>2.1. Extracción de la batería</b>	<b>0.15</b>	Esta operación no precisa de herramientas ni formación compleja.
<b>2.2. Extracción de condensadores/ transformadores que puedan contener PCB/PCT</b>	<b>0.3</b>	Esta operación se saca de la línea principal de descontaminación ya que sólo tiene que realizarse en vehículos homologados antes de 1989, lo cual supone un pequeño porcentaje teniendo en cuenta que la edad media de los VFVU el año pasado fue de 18 años. [5]
<b>4. Retirada/ neutralización de</b>	<b>0.25 (cada AIRBAG)</b>	En esta estimación sólo tengo en cuenta el tiempo de desmontaje ya que

<b>componentes potencialmente explosivos</b>		la neutralización (estallar los airbags) se realizará en otra sala fuera de la línea de descontaminación. Todos los AIRBAGs serán estallados ya que no se contempla su reutilización por razones de seguridad. [19] Recordar que no todos los VFVU tienen AIRBAG.
<b>5.1. Retirada y almacenamiento segregado de fluidos</b>	<b>0.35</b>	Esta operación la realiza una máquina en concreto (Velyen ECOSYSTEM descontaminación coches) cuyo tiempo de proceso son aproximadamente 20min y puede tratar 6 VFVU a la hora por lo que los vehículos en esta estación de extracción pueden entrar de 2 en dos. [13]
<b>5.3. Retirada de los fluidos del sistema de aire acondicionado</b>	<b>0.3</b>	Aunque esta operación no será necesaria en los VFVU más antiguos, se mantiene en la línea de desmontaje principal. Debe ser realizada por personal especializado.
<b>7. Retirada de zapatas de freno que contengan amianto</b>	<b>0.15+0.15 (cada zapata)</b>	Si se han de retirar las zapatas de freno es necesario primero que se retiren la ruedas (de ahí los primeros 0.15) así que luego ya no tendría que pasar por la estación de desmontaje de ruedas.
<b>8. Retirada/marcado de elementos que contengan plomo, cromo hexavalente o cadmio</b>	<b>0.35</b>	La relación de comprobaciones se hará más rápido en algunos vehículos que otros en función de su antigüedad, el tiempo es orientativo.
<b>13.3. Retirada de otros componentes de plástico para su reutilización</b>	<b>0.4</b>	Se debe evaluar el estado de otros componentes a parte del parachoques y el salpicadero y si es viable extraerlos.
<b>14.2. Retirada de otros elementos de carrocería para su reutilización</b>	<b>0.5</b>	Dentro de los elementos de carrocería hay muchos elementos que se pueden retirar dependiendo de su estado y demanda como son el portón trasero, el capó, alerones, etc
<b>15. Retirada de cables y conductores</b>	<b>0.3</b>	
<b>16. Retirada de fibras</b>	<b>0.25</b>	
<b>17. Retirada de vidrio</b>	<b>0.2 (cada retrovisor)</b>	Además de la retirada de los retrovisores, bajo pedido se podría quitar la luna delantera o trasera, pero al ser una excepción no doy un tiempo estimado ya que por norma general al vehículo no se le realizará esa operación
<b>18.2. Retirada de otros elementos mecánicos para su reutilización</b>	<b>0.8</b>	Hay una gran cantidad de elementos mecánicos a parte del motor y la caja de cambios que se deben desmontar si es viable su utilización como por ejemplo amortiguadores, discos de

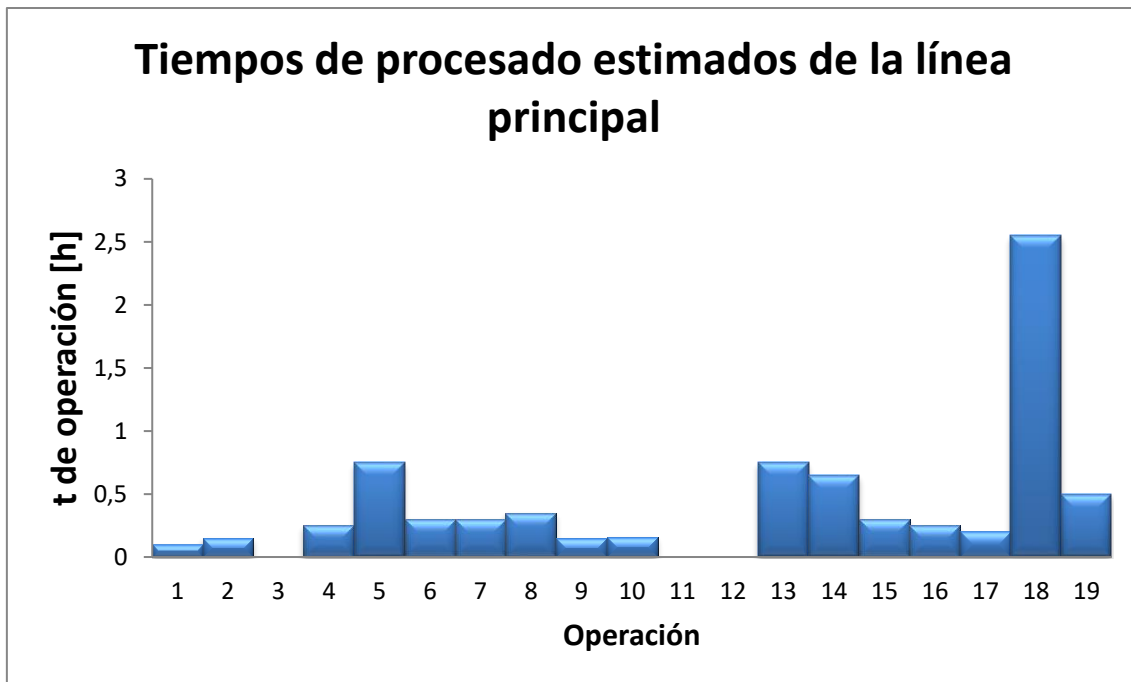
		freno, kits de embrague, palancas de cambio, etc El personal en un primer momento deberá sopesar el estado y la demanda antes de proceder a la retirada.
<b>19. Retirada de elementos eléctricos/electrónicos para su reutilización</b>	<b>0.5</b>	El personal deberá evaluar que elementos son viables para su reutilización como por ejemplo la centralita del ABS, la sonda lambda y otras componentes, según el modelo y el estado se desmontarán más o menos componentes pudiendo variar el tiempo de esta estación.

*Tabla 8. Relación de tiempos estimados en base al proceso*

En base a los resultados obtenidos se ha elaborado el siguiente gráfico para presentar la información de forma más ordenada.

<b>Operación</b>	<b>t de operación [h]</b>
<b>1</b>	0,1
<b>2</b>	0,15
<b>3</b>	
<b>4</b>	0,25
<b>5</b>	0,75
<b>6</b>	0,3
<b>7</b>	0,3
<b>8</b>	0,35
<b>9</b>	0,15
<b>10</b>	0,16
<b>11</b>	
<b>12</b>	
<b>13</b>	0,75
<b>14</b>	0,65
<b>15</b>	0,3
<b>16</b>	0,25
<b>17</b>	0,2
<b>18</b>	2,55
<b>19</b>	0,5

*Tabla 9. Relación de tiempos estimados por operación*



*Gráfico 4. Comparación de tiempos estimados por operación.*

En el gráfico sólo aparecen las operaciones que son comunes a la mayoría de los VFVU que recibirá el CAT, otras operaciones marcadas en gris en las tablas anteriores serán realizadas fuera de la línea principal ya que serán tratadas como excepciones, en las excepciones se incluyen también los vehículos eléctricos, ya que suponen un pequeño porcentaje de los que recibirá un CAT.

Una vez determinado en rasgos generales el tiempo por operación puede verse cuáles son los cuellos de botella lo cual será crucial para determinar el layout (la distribución) de la planta y la secuencia óptima de operaciones.

#### **4.4.2.3.2. Estudio de volúmenes**

Este punto es de capital importancia a la hora de definir la distribución del área de descontaminación y desmontaje, ya que da la capacidad productiva en forma de material y es necesario tener los datos de cuánto material se tiene que dar salida por día para así poder definir el Layout de la planta.

En primer lugar, hay que recordar los *inputs* y *outputs* de este proceso:

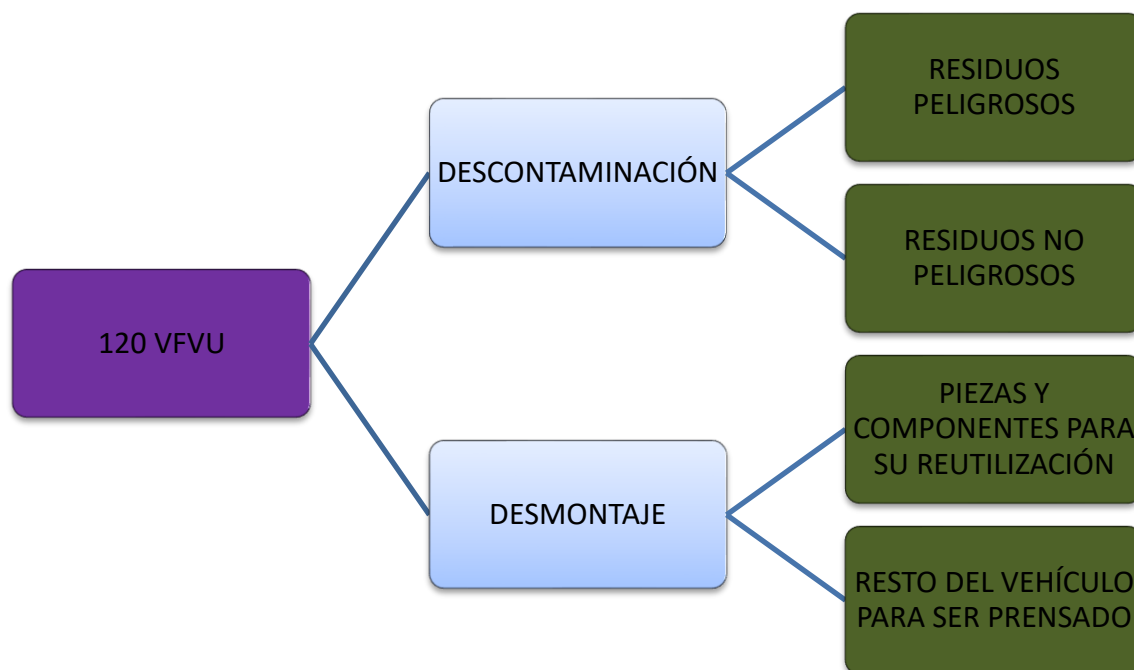


Gráfico 5. Inputs-outputs del área de descontaminación y desmontaje

El primer dato necesario es el volumen de inputs que recibe la planta: desde el área de recepción se prevé la llegada diaria de **120 VFVU** para su tratamiento. En base a este objetivo se elabora el estudio de volúmenes.

En este apartado indico tanto el volumen como el código LER si el Residuo en cuestión se encuentra en la Lista Europea de Residuos. [10]

El propio VFVU ya es un residuo y por lo tanto tiene su código LER: “16 01 Vehículos de diferentes medios de transporte (incluidas las máquinas no de carretera) al final de su vida útil y residuos del desguace de vehículos al final de su vida útil y del mantenimiento de vehículos” (pág. 186) [10]

En cuanto a los outputs se procede a detallar el volumen de cada uno de los 2 primeros grupos de outputs, ya que el 4º grupo (Resto del vehículo para ser prensado) se detalla en el *Estudio de volúmenes* del Área de prensado, mientras que el 3º se detalla en el *Estudio de volúmenes* del Área de preparación para la reutilización de componentes.

### Residuos peligrosos

- **Baterías: 120 unidades** al día, que se guardarán en los depósitos descritos el **ANEXO A3 Especificaciones técnicas. Relación de contenedores y depósitos de fluidos**, aproximadamente caben 24 baterías en cada contenedor lo que supone que cada día saldrán entorno a 5 contenedores con baterías. Una vez que el contenedor se llene se pasa al camión que lo transportará a la empresa gestora autorizada.  
**Código LER: 16 06 01** [10]
- **Componentes que contienen PCB/PCT: 5-20 unidades** al día, que se guardarán en los depósitos descritos el **ANEXO A3**, aproximadamente se deberá dar salida

a un tambor de metal por día. Una vez que el contenedor se llene se pasa al camión que lo transportará a la empresa gestora autorizada.

**Código LER: 16 01 09 [10]**

- Depósitos de gas licuado: 5-10 unidades al día, estos depósitos no eran muy comunes en los turismos españoles hasta hace pocos años por lo tanto la previsión de recepción es baja.

**Código LER: 16 01 16 [10]**

- Componentes explosivos (por ejemplo, air bags):240 unidades al día, se estima una media de 2 AIRBAGs por vehículo, ya que aunque los vehículos más antiguos no tendrán, los actuales suelen llevar entre 4 y 6.

**Código LER: 16 01 10 [10]**

- Combustible: 360-1200 L al día, se estima que en los depósitos de los VFVU quedarán entre 3 y 10 L de combustible, de diferente tipo, que será extraído y almacenado de forma segregada. Aproximadamente se llenarán hasta 3 depósitos de los descritos en el *ANEXO A3 Especificaciones técnicas. Relación de contenedores y depósitos de fluidos*. cuya capacidad es de 440L. No se le dará salida, sino que se procederá a reutilizar lo en la propia empresa.

**Código LER: 13 07 [10]**

- Líquido de frenos: 110-130L al día, se estima que cada vehículo tiene aproximadamente 1L.

**Código LER: 16 01 13 [10]**

- Aceite de motor: 480-600L al día, se estima que la mayoría de vehículos tienen aproximadamente 5L de aceite en el cárter. [20]

**Código LER: 13 02 [10]**

- Aceite hidráulico de la dirección: 120-180 L al día, se estima que cada vehículo contiene entre 1-1.5L.

**Código LER: 13 01 [10]**

- Aceite del diferencial: 180-300 L al día, se estima que cada vehículo contiene entre 1.5-2.5L. [21]

**Código LER: 13 01**

- Valvulina: 120-240 L al día, ya que la caja de cambios del vehículo suele tener entre 1 y 2 L.

**Código LER: /**

- Líquido refrigerante: 480-720 L al día, estimando que si se vacía entero entre lo que hay en el circuito y en el vaso de expansión puede hacer entre 4 y 6 litros por VFVU.

**Código LER: 16 01 14 / 16 01 15** (tener en cuenta que el liquido refrigerante es liquido anticongelante diluido)

- Fluidos del sistema de aire acondicionado: 24-48 L al día, ya que se estima cerca de 200ml por vehículo. [22]

- Filtro de aceite: 120 unidades al día.

**Código LER: 16 01 07**

- Componentes que contengan mercurio: 150-200 unidades de lámparas de descarga y **75-200 unidades** de tubos fluorescentes usados en indicadores del salpicadero. Aunque esta operación no se realiza en todos los vehículos, muchos son los matriculados antes del 1 de Julio de 2012.

**Código LER: 16 01 08**

- Zapatas de freno que contengan amianto: 50-100 unidades al día, ya que sólo se puede encontrar en vehículos fabricados antes de 2002 cuando entró en vigor la prohibición del uso y comercialización del amianto. [23]

**Código LER: 16 01 11**

- Elementos que contengan plomo, cromo hexavalente o cadmio. en este caso la estimación es compleja porque son diversos los casos y los materiales a desmontar, por lo tanto, el error es demasiado grande como para dar una estimación.

**Residuos no peligrosos**

- Neumáticos: 480-600 unidades al día, estimando que algunos vehículos tendrán rueda de repuesto y otros no.

**Código LER: 16 01 03**

- Catalizador: 120 unidades al día.

**Código LER: 16 08**

A todos los neumáticos y catalizadores se les deberá poner una pegatina que llevará el código de barras identificativo del VFVU al que pertenecen al igual que cuando se desmonte cualquier pieza para su reutilización que se deberá poner esa pegatina identificativa.

**4.4.2.4. Distribución en estaciones y secuencia óptima**

Es importante, para comprender mejor este apartado, repasar en el apartado *Definiciones* de este TFG, los términos: Área de gestión, Estación, Puesto, Operaciones y Tareas para así poder comprender los diferentes niveles a los que se puede organizar la producción de este CAT. Todas las fases (que se usan para determinar las Área de Gestión) están integradas en una sola nave y sus accesos, pero el área de descontaminación y desmontaje es el Área de Gestión más complejo, en el que se tienen que realizar la mayor cantidad de operaciones por eso es el área que necesita una mayor optimización para ahorrar costes de superficie y tiempo.

En esta área es fundamental el concepto de estación, ya que su disposición espacial en la planta y la determinación del conjunto de operaciones a realizar en cada una de ellas determinarán la eficiencia del CAT.

Las estaciones se definen con 3 variables: número de operaciones que se realizan en ella, posición cronológica en la secuencia de procesado y disposición espacial en la planta. Cada estación tendrá 1 o más puestos en función del tiempo necesario para realizar las operaciones asignadas a ella. Para ello hay que tener en cuenta tanto lo detallado en el apartado 4.4.2.3. *Estudio de la capacidad de procesado: tiempos y*



*volúmenes* como la maquinaria a utilizar y el medio de transporte entre estaciones que viene descrito en el apartado 4.4.2.2. *Elementos técnicos necesarios*.

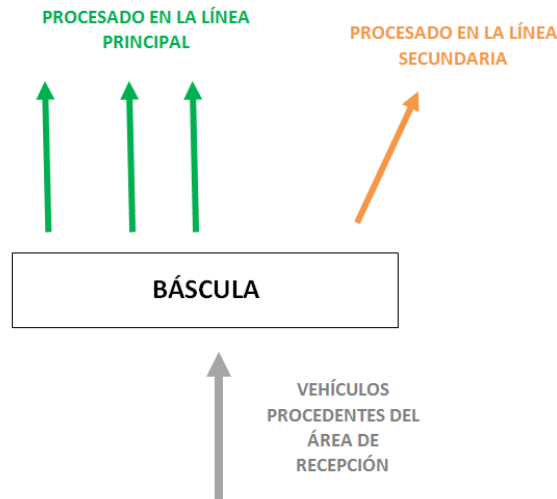
#### **4.4.2.4.1.     Distribución de la planta a alto nivel**

En primer lugar hay que definir a alto nivel como se va a organizar el procesado de los VFVU: se dispondrán **2 líneas de procesado independientes**, una será la **principal** por la que pasarán la mayoría de los VFVU mientras que por la **secundaria** pasarán sólo VFVU considerados como excepciones, es decir que tienen características especiales que alargan el tiempo de procesado por lo que se procesan a parte. Se consideran excepciones:

- **Vehículos entre 2900-3500kg:** la razón de sacar estos vehículos de la línea principal es que su transporte entre estaciones no puede hacerse mediante las plataformas móviles que serán usadas para el resto de vehículos ya que su capacidad de carga máx. son 3000kg. Para mayor seguridad y maniobrabilidad no se contempla que las carretillas elevadoras y las plataformas trabajen en la misma línea, así que se estos VFVU se envían a la línea secundaria. Estos vehículos representan un pequeño porcentaje de los que llegan al CAT.
- **Vehículos eléctricos/híbridos:** sus características especiales habrán de ser tenidas en cuenta y el desmontaje de ciertos componentes será diferente.
- **Vehículos con necesidad de extraer transformadores o condensadores que puedan contener PCB/PCT**
- **Vehículos con necesidad de desmontaje del bloque motor-caja de cambios.**
- **Vehículos con depósitos de gas licuado**
- **Vehículos a los que se les va a realizar el desmontaje del salpicadero**
- **Vehículos con necesidad de retirada de baños de zinc**
- Adicionalmente se podrá considerar el paso de un vehículo que no pertenezca a ninguna de las excepciones anteriores si en ese momento la línea secundaria no tiene demanda

Aunque se disponen dos líneas de procesado independientes TODOS los vehículos procedentes del área de recepción comienzan en la báscula y es en ese punto dónde se bifurcan las líneas. El destino de los *outputs* generados por ambas líneas es el mismo.

Los vehículos que pasan por la línea principal serán transportados de estación a estación mediante las plataformas móviles mientras que los que son tratados en la línea secundaria son transportados por carretillas elevadoras.



*Ilustración 25. Bifurcación líneas de procesado*

La estimación general es que en la línea primaria se tratarán 105 VFVU y en la secundaria 15.

#### **4.4.2.4.2. Horarios de los trabajadores en planta y jornada productiva**

Para definir de los tiempos y la frecuencia de procesado de los VFVU se plantea definir primero cuales van a ser los tiempos de producción reales. Basándose en la premisa inicial de este TFG de ahorro de recursos se plantea que sólo habrá turno de mañana y de tarde ya que incluir un turno de noche, aunque en principio implicaría una reducción de la inversión porque serían necesarias menos estaciones (reducción en la superficie y la maquinaria necesaria), después incrementaría el gasto mensual que supone tener abierto y funcionando una línea de producción por la noche.

Por lo tanto, se pasa a definir un horario de producción:

Turno de Mañana, horario de fichada: 6:30-14:30

Turno de Tarde, horario de fichada: 14:15-22:15

- TM: 15min para cambiar a ropa de trabajo y llegar a planta a las 6:45; 15 min reunión de equipo y preparación previa de maquinaria → hora de comienzo de la producción 7:00.  
Parada técnica o descanso (para no generar congestión en diversos puntos todos los trabajadores deberán para a la misma hora parando media hora la producción): 10:30-11:00  
Hora de fin de producción TM: 14:30
- TT: 15min para cambiar a ropa de trabajo y llegar a planta a las 14:30; solape con TM → hora de comienzo de la producción 14:30.

Parada técnica o descanso (para no generar congestión en diversos puntos todos los trabajadores deberán para a la misma hora parando media hora la producción): 19:30-20:00

Hora de fin de producción TT: 22:00

15min para recogida.

Esta distribución deja **14h productivas reales** de procesado en la cadena de descontaminación y desmontaje. Lo cual implica que el objetivo es que en 14h sean tratados al menos 120 VFVU. Esto se traduce en que cada hora deben salir para el área de prensado 7.5 VFVU de la línea principal (**1 VFVU cada 8 min=0.133 h**) y 7.5 VFVU por turno en la línea secundaria.

#### **4.4.2.4.3. Definición de estaciones: operaciones a realizar en cada estación y número de estaciones, definición de la secuencia final**

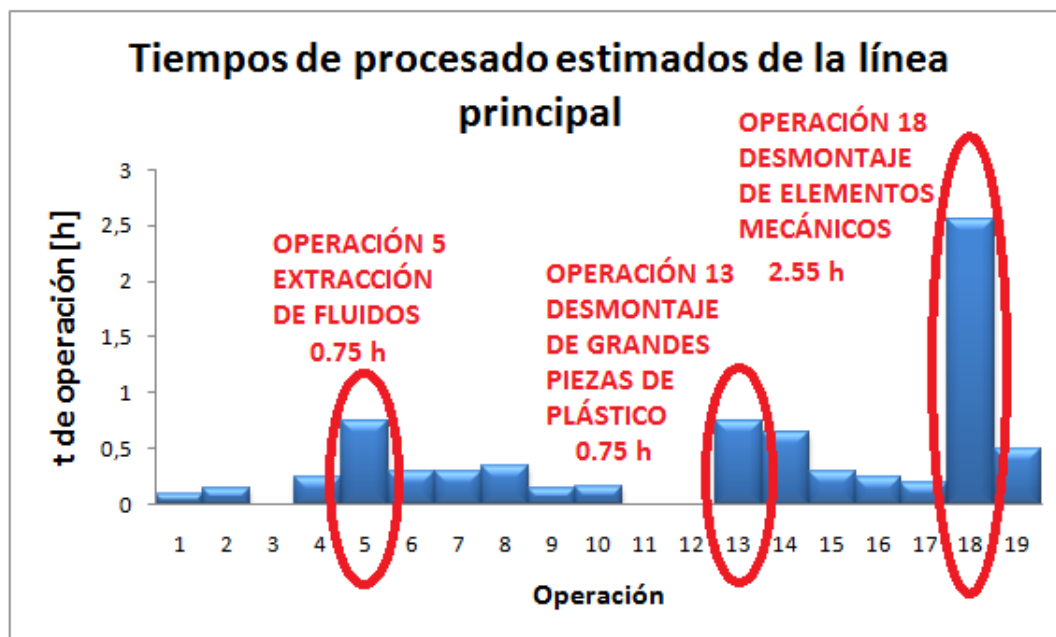
La forma en la que se agruparan las diferentes operaciones viene marcada en primer lugar por las imposiciones de normativa en cuanto al orden y en segundo por los tiempos descritos en el apartado 4.4.2.3.1. *Descripción y tiempo de procesado de cada una de las operaciones*. La línea principal y la secundaria se definen por separado.

##### **Línea principal**

Es necesario estudiar cual es cuello de botella del proceso y actuar en consecuencia. Analizando los tiempos presentados en el apartado 4.4.2.3.1. *Descripción y tiempo de procesado de cada una de las operaciones*, se pueden ver rápidamente cuales son las operaciones que requieren mayor tiempo y en función de eso agrupar o dividir las para así conseguir el objetivo de una frecuencia salida de vehículo tratado de 8 min (0.133h).

Muchas operaciones requieren más 0.13h, a esto hay que sumarle el tiempo de transferencia entre estaciones y el de elevación si fuese necesario, por lo tanto, queda clara la necesidad de dividir la línea en varios ramales (duplicar o triplicar estaciones).

El cuello de botella principal está claramente en el desmontaje de elementos mecánicos para su reutilización, operación 18, como puede verse en la siguiente ilustración. Pero también hay otras operaciones cuyo tiempo estimado alcanza los 45 min por lo que deben ser divididas en la medida de lo posible para optimizar el tiempo de procesado.



*Ilustración 26. Cuellos de botella en el área de descontaminación y desmontaje.*

La operación 18 puede dividirse en varias tareas como son: 18.1 Retirada del motor y caja de cambios (1.75h) y 18.2 Retirada de otros elementos mecánicos para su reutilización (0.8h). La primera tarea no se puede dividir ya que consiste en sacar el bloque entero, al tener un tiempo de proceso tan alto no es viable el aumento del número de estaciones sino que los vehículos seleccionados en función de su estado y demanda pasaran a unas estaciones auxiliares fuera de la línea principal donde se procederá a su desmontaje. En la segunda tarea es en la que se retiran, si son aprovechables, kits de embrague, discos de freno, amortiguadores, etc. En principio es complicada de dividir ya que según lo que se determine desmontar puede ser que lleve más de 30 min desmontarlo. Por lo tanto en ese caso se procederán a aumentar el número de puestos por estación. Quedando así en 0.8 h el tiempo de la operación 18.

La operación 5 se divide en 3 tareas principales: 5.1 Retirada y almacenamiento segregado de fluidos (0.35h), Retirada del filtro de aceite (0.1h) y 5.3 Retirada de fluidos del aire acondicionado (0.3 h). Quedándose un tiempo de 0.35 h en la tarea más larga.

La operación 13 puede dividirse en: 13.2 Retirada del parachoques (0.35 h) y 13.3. Retirada de otros componentes de plástico para su reutilización (0.4 h) ya que si se precisa desmontar el salpicadero (13.1) el VFVU será enviado directamente a la línea secundaria. Quedándose un tiempo de 0.4 h para la tarea más larga.

Una vez divididas estas operaciones se debe estudiar la viabilidad de dividir la operación 14, Retirada de elementos de carrocería para su reutilización, ya que dura 0.65 h. Puede dividirse en 14.1. Retirada de puertas (0.15 h) y 14.2. Retirada de otros componentes de carrocería (0.5 h). Quedándose un tiempo de 0.5 h en la tarea más larga.

Una vez realizadas las divisiones el gráfico pasa a ser el siguiente:

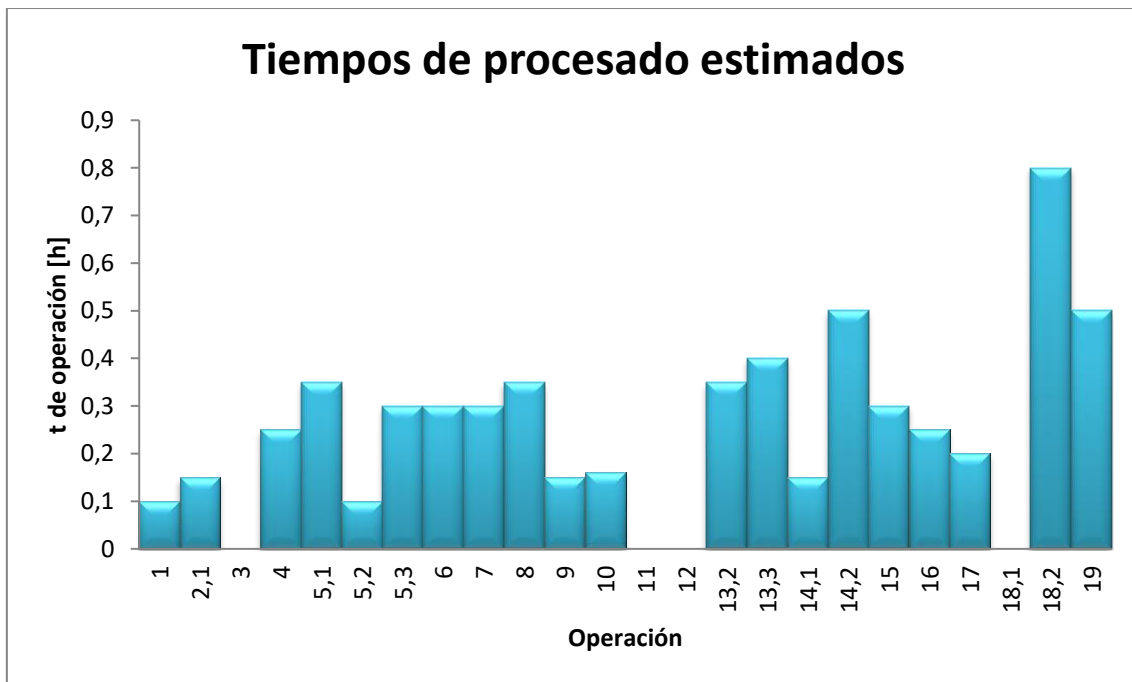


Gráfico 6. Tiempos estimados con subdivisión de operación

Viendo los datos de este gráfico podemos establecer un objetivo de estación de 0.4 h para el agrupamiento, con las excepciones de 14.2, 18.2 y 19 que no se pueden dividir por lo que en esos casos habrá que aumentar el número de puestos de la estación.

En consecuencia la distribución de operaciones en las estaciones será la siguiente para la línea principal (nombres de estación para la línea principal: *1Ex.y* donde y se utiliza para indicar el número de puesto en las estaciones que tiene más de uno):

LEYENDA DE COLORES	
<span style="display: inline-block; width: 20px; height: 20px; background-color: red; margin-right: 10px;"></span>	Todos los VFVU deberán realizar todas las operaciones de esta estación
<span style="display: inline-block; width: 20px; height: 20px; background-color: yellow; margin-right: 10px;"></span>	Una de las operaciones de la estación no será realizada por todos los VFVU
<span style="display: inline-block; width: 20px; height: 20px; background-color: olive; margin-right: 10px;"></span>	Algunos VFVU no tendrán que pasar por esta estación



Gráfico 7. Esquema de los tipos de estaciones del Área de descontaminación y desmontaje

Una vez definidas las estaciones se deben definir los ramales, es decir, cuántos puestos de cada estación se necesitan. Para lo cual se estima un tiempo medio de transferencia entre estaciones haciendo uso de las plataformas móviles de 3 min (0.05h) y tiempo de elevación incluido en los procesos que lo necesitan. Teniendo en cuenta que la frecuencia de salida debe de ser de 0.13 h, el número de puestos necesarios en cada estación deberá ser el siguiente:

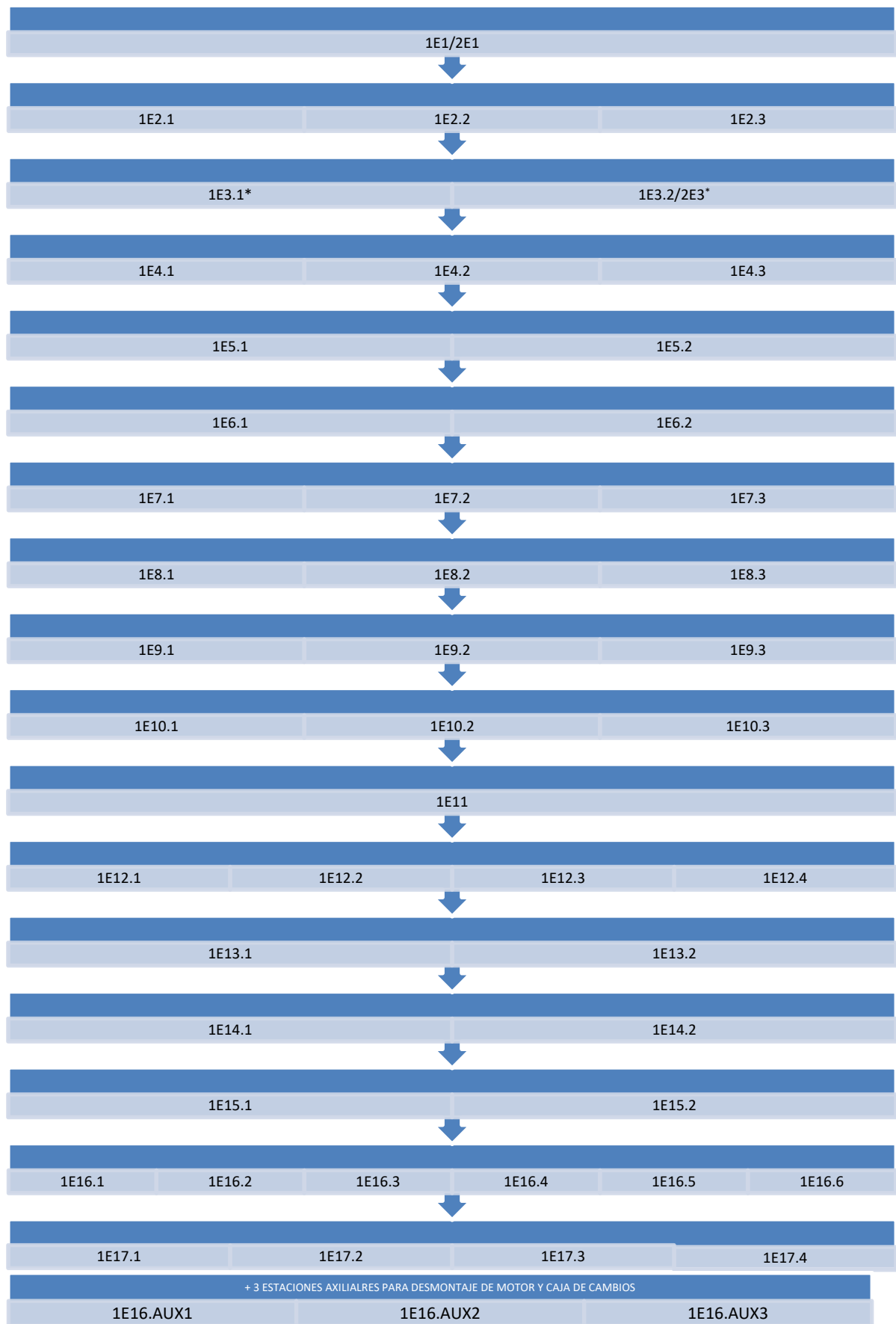


Gráfico 8. Puestos de cada estación del área de descontaminación y desmontaje, línea principal

\*Sólo serán necesarias dos maquinas de extracción de fluidos ya que cada máquina es capaz de tratar hasta 6 VFVU/h.

En total **49 puestos repartidos en 17 estaciones más una auxiliar** para conseguir llegar al objetivo de 120 VFVU tratados por día.

#### Línea secundaria

En la línea secundaria sólo habrá un puesto por estación de las descritas en el *Gráfico 5. Esquema de los tipos de estaciones del Área de descontaminación y desmontaje* bajo el nombre 2E1-...-2E17, teniendo en cuenta que la 2E1 y la 2E3 son compartidas con la línea principal ya que utilizan la misma maquinaria.

Además, habrá 3 estaciones auxiliares que se utilizarán para extracción de: bloque motor-caja de cambios, salpicadero, baños de zinc, o alguna otra necesidad especial del VFVU.

La extracción de condensadores/ transformadores que puedan contener PCB/PCT y la de depósitos de gas licuado se realizará en la estación 2E2, según necesidad.

En total **18 puestos** en la línea secundaria sino se tienen en cuenta las compartidas.

#### 4.4.2.5. Optimización de procesos

Con el objetivo de reducir el personal necesario y gracias a la maniobrabilidad de las plataformas, cada operario de plataformas tendrá 3 telemandos y controlará el proceso de tres VFVU al mismo tiempo, no los conducirá simultáneamente, sino que hará la transferencia de forma consecutiva. Además, llevará una tablet dónde se le indicará a que estaciones debe ir el VFVU y a cuáles no.

Adicionalmente, para reducir el tiempo de tratamiento en los diferentes puestos de cada estación habrá unas tablets/ordenadores que serán utilizadas por los operarios para poder ver que piezas se deben desmontar y actualizar en tiempo real la base de datos del CAT.

Se propone que haya unos verificadores previos que se encarguen de definir previo paso por estación si es necesario que el coche pase por la estación o no y que elementos o piezas se han de desmontar. Estos verificadores llevarán tablets/ordenadores y se colocarán dos estaciones antes de la que les corresponde definir el proceso de tal forma que introduciendo el código de barras identificativo del vehículo en la base de datos, rellenen la información relativa a ese vehículo que usarán los operarios que mueven las plataformas y los operarios de la estación en cuestión, de esta forma es el verificador el que evalúa y decide que operaciones se llevan a cabo y así el operario no pierde el tiempo realizando estas comprobaciones.



Un ejemplo: se coloca en la estación 1E4 el verificador de la estación 1E6 y allí, mientras al VFVU extraen el filtro del aceite y/o fluidos del aire acondicionado, comprueba si el vehículo es anterior 2002 y si ese modelo tiene zapatas de freno en lugar de pastillas y marca si es necesario que pase por la estación 1E6, así el operador de la plataforma sabe si al acabar en 1E5 debe ir a 1E6 o puede pasar a 1E7.

Se propone que toda la gestión de los recursos del CAT se haga a través de SAP de tal forma que sea ahí dónde pueda registrarse todos los vehículos que se tratan, el stock de piezas, la cantidad de residuos enviada a cada gestora, etc. Es decir, que los datos introducidos por los verificadores y demás personal vierta a SAP y desde ahí se gestione toda la información y los datos de los que dispone la empresa.



*Ilustración 27. Logo SAP [24]*

#### **4.4.2.6. Diseño final del área de descontaminación y desmontaje: Distribución espacial de la planta**

La distribución espacial de la planta se define en base al número de estaciones necesarias y al estudio de volúmenes previamente presentados.

En primer lugar en base al número de estacione y para garantizar la maniobrabilidad en la planta se estima que son necesarios aproximadamente **15000 m<sup>2</sup>** (300x50m).

Los recorridos que deben seguir cada uno de los VFVU estarán marcados en el suelo con líneas blancas, cada vehículo se transfiere de una estación a otra, en la línea principal, haciendo uso de plataformas móviles que se controlan por radiotelemando que llevará un operario, cada operario deberá controlar 3 plataformas que irá moviendo consecutivamente y no se podrá alejar de ellas más de 100m. En la línea secundaria el transporte se hace por carretillas elevadoras.

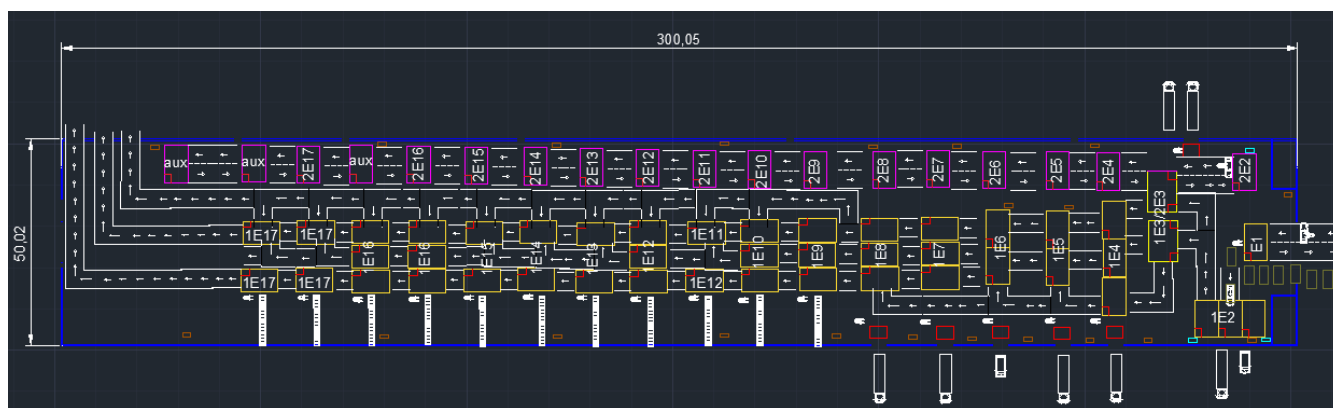
Cada estación estará delimitada por líneas amarillas en la línea principal y por líneas magenta en la secundaria y consistirá en espacio de aproximadamente 50 m<sup>2</sup> por cada puesto que contenga, dónde se dispondrá de las herramientas necesarias para cada tarea, a excepción de la 1E3/2E3 ya que esas estaciones medirán 70 m<sup>2</sup> cada puesto aproximadamente debido a que necesitan albergar el sistema de descontaminación *Velyen ECOSYSTEM*. En cada puesto habrá un cartel identificativo con el nombre de la

estación, además habrá unas bombillas a 1.8-2 m del suelo con colores rojo, naranja y verde, que significan respectivamente *Estación ocupada*, *Proceso finalizado- VFVU listo para transferencia* y *Estación libre*, y los operarios de la estación deberán encender para indicar como proceder a los que mueven las plataformas. Adicionalmente se debe tener en cuenta que cada puesto deberá tener varias tomas de electricidad que permitan el suministro eléctrico de la maquinaria necesaria en cada caso, también habrá una zona dentro de cada puesto delimitada con líneas rojas que es dónde se depositarán los residuos en los contenedores correspondientes, menos en el caso de los que ocupan gran tamaño como son los neumáticos, que se les dará salida de la planta inmediatamente.

La salida de residuos tanto peligrosos como no peligrosos, se realizará por los laterales de la planta dónde los camiones/furgonetas de las empresas gestoras cargarán los residuos. Cada residuo tendrá su zona de salida específica de forma que se optimice su salida de la planta.

En cuanto a la salida de componentes y piezas para su reutilización, ya sean de mecánica, carrocería, etc. se colocarán en pallets en las zonas rojas de los puestos y las autoelevadoras los llevarán a la cinta transportadora de rodillos mediante la cual serán enviadas al área de preparación para la reutilización.

El diseño y la distribución final de la planta se encuentran detallados en el plano del área de descontaminación y desmontaje en el **ANEXO B3**.



*Ilustración 28. Muestra del plano del área de descontaminación y desmontaje que puede encontrarse en los anexos.*

En el **ANEXO B1** se encuentra el plano con la ubicación de esta área dentro de las instalaciones del CAT.

#### 4.4.3. Área de prensado

Esta área comprende una pequeña parte del CAT y es la etapa final que sigue el VFVU, el prensado se realiza para optimizar el transporte, de lo que queda del VFVU hasta la planta fragmentadora donde seguirá la fase de reciclaje y valorización de los materiales del vehículo.

#### 4.4.3.1. Relación de operaciones básicas del proceso de prensado



#### 4.4.3.2. Elementos técnicos necesarios

La complejidad técnica de esta área es muy baja, pero hay que tener en cuenta varios elementos técnicos necesarios.

##### 4.4.3.2.1. Elementos requeridos por la normativa

###### Instalaciones

- Pueden ser no cubiertas, pero se determina que sí sean **cubiertas** para así garantizar el buen funcionamiento de la maquinaria necesaria.
- Deberá tener **suelo impermeable**: el pavimento tendrá las mismas especificaciones técnicas que el del área de recepción, las cuales están detalladas en el **ANEXO A1** de esta memoria. Estas especificaciones constituyen las características técnicas mínimas que el pavimento debe cumplir.
- Se necesitará un **sistema de recogida de derrames y tratamiento de fluidos** que hayan sido vertidos al suelo: por lo que al igual que en el área de descontaminación las arquetas comunicarán con la zona de depuración de CAT que se encuentra debajo de área de recepción.

##### 4.4.3.2.2. Elementos técnicos accesorios

- **Prensa**: es necesaria una estación de compactación para reducir el VFVU a un paquete, por ello se propone usar una prensa óleo hidráulica con grúa de autoalimentación y motor eléctrico, al tratarse de un espacio cerrado es

preferible no usar un motor Diesel, cuyas especificaciones viene detalladas en el *ANEXO A9* de esta memoria.

- **Báscula:** es necesaria para pesar los restos compactados del VFVU, y con capacidad de más de 3500kg. Se propone utilizar el modelo *GRAM K3 MAMUT* de la empresa Flintec. [25]



*Ilustración 29. Báscula de suelo propuesta [25]*

**Extintores de clase A, B, C, F y D**

#### 4.4.3.3. Estudio de la capacidad de procesado: tiempos y volúmenes

Este estudio es mucho más reducido que sus predecesores ya que sólo estudiar la relación de operaciones es considerablemente menor y más simple.

##### 4.4.3.3.1. Descripción y tiempo de procesado de cada una de las operaciones

Las operaciones a realizar son las indicadas en el apartado 4.4.3.1. *Relación de operaciones básicas*.

Operación	Descripción	Tiempo estimado [h]
1. Verificación final del VFVU	El técnico verificador deberá revisar por última vez si se ha descontaminado y desmontado correctamente. Deberá revisar que se han retirado la batería, neumáticos, etc. Si ve algún fallo lo deberá enviar de nuevo a la planta de descontaminación y desmontaje. Además, si considera que algún elemento	0.25

	reutilizable más de carrocería o mecánica se debe desmontar, lo devuelve a la planta a una de las estaciones auxiliares de la línea secundaria.	
<b>2. Prensado</b>	La grúa que alimenta la prensa coge el VFVU directamente de la plataforma móvil y lo introduce en la prensa, donde se procede a compactar el vehículo.	0.15
<b>3. Pesaje del VFVU compactado</b>	El paquete formado por la prensa deberá ser pesado para así saber qué cantidad de material se envía a la empresa fragmentadora. Será necesaria una grúa auxiliar para mover los bloques.	0.1
<b>4. Recogida de plataformas</b>	Las plataformas móviles deberán ser llevadas a la zona donde se almacenen hasta el día siguiente ya que sólo pueden funcionar 6h al día por lo tanto no pueden hacer dos recorridos completos.	0.1

*Tabla 10. Descripción y tiempo estimado de las operaciones del área de prensado*

Se deberán colocar dos estaciones de verificación para poder hacer frente a la demanda de 120 VFVU pero con una prensa y una báscula será suficiente.

#### **4.4.3.3.2. Estudio de volúmenes**

En este caso hay un único output que es el VFVU prensado:



*Ilustración 30. Output del proceso de prensado*

Asumiendo una media de 120 VFVU tratados en un día, se estima que se compactarán y enviarán a la empresa fragmentadora aproximadamente 96000-144000 kg diarios repartidos en paquetes de entre 800 y 1200kg de media. El volumen de cada paquete será aproximadamente de 0.3 m<sup>3</sup> (1 X0.6X 0.5m).

**Código LER: 16 01 06 [10]**

Esto implica la salida cada día de aproximadamente 4 camiones de cuatro ejes (M.M.A. 31-32T). [26]

#### **4.4.3.4. Diseño final del área de prensado: distribución espacial del área**

Se plantea una nave de pequeñas dimensiones anexa a la de descontaminación y desmontaje. Su extensión será de **625 m<sup>2</sup>** (25 x 25 m) que serán suficientes para colocar las dos estaciones de verificación de 50m<sup>2</sup> cada una, las dos grúas, la prensa y la báscula.

Anexa a ella se encontrará la campa que se utilizará para llevar a los VFVU ya descontaminados en caso de que la prensa esté fuera de funcionamiento. Esta campa tendrá también suelo impermeable y sistema de recogida de vertidos y aguas pluviales.

El diseño y la distribución final de la planta se encuentran detallados en el plano del área de prensado en el **ANEXO B4**.

En el **ANEXO B1** se encuentra el plano con la ubicación de esta área dentro de las instalaciones del CAT.

#### **4.4.4. Área de preparación de componentes para su reutilización**

Esta área es crucial para poder comercializar las piezas y componentes desmontados del VFVU, en ella se comprueba el estado de las piezas, se clasifican y se etiquetan e incluyen en la base de dato de la empresa.

Adicionalmente, para comprobar que efectivamente se cumplen los objetivos de reutilización marcados por la normativa, se deberán colocar básculas que registren el peso de todas las piezas y componentes extraídas.

##### **4.4.4.1. Relación de operaciones básicas del proceso de preparación de componentes para su reutilización**



#### 4.4.4.2. Elementos técnicos necesarios

La complejidad técnica de esta área no es muy grande ya que en ella se pasa un simple proceso de limpieza, verificación y etiquetado pero hay que seguir la normativa para definir características básicas de la instalación en la que se realiza este proceso.

##### 4.4.4.2.1. Elementos requeridos por la normativa

###### Instalaciones

- **Deberán ser cubiertas**, es decir, todo el proceso se llevará a cabo en el interior de la nave.
- **El pavimento deberá ser impermeable**: el pavimento tendrá las mismas especificaciones técnicas que el del área de recepción, las cuales están detalladas en el *ANEXO A1* de esta memoria. Estas especificaciones constituyen las características técnicas mínimas que el pavimento debe cumplir.

- Se deberá incluir un **sistema de recogida y tratamiento de fluidos** que caerán de los túneles de limpieza para piezas de mecánica. Se colocará una serie de sumideros en la zona central del pavimento (recorrida por un canalón) y además se aumentará el número de sumideros en la zona de limpiezas de piezas colocados estratégicamente para recoger todo lo que se derrame. El pavimento deberá tener la pendiente (reducida, del orden del 1%) orientada hacia el canalón y los sumideros. Estos sumideros darán a las arquetas que estarán conectadas por tuberías al sistema de tratamiento de aguas que se encuentra bajo el área de recepción y que está dimensionado para asegurar el tratamiento de todas las aguas del CAT que necesitan un tratamiento previo a su vertido al alcantarillado público. Las especificaciones técnicas del sistema de recogida y tratamiento (compuesto por: arquetas, un decantador y un separador de grasas) de aguas residuales se encuentran en el **ANEXO A2**.

#### **4.4.4.2.2. Elementos técnicos accesorios**

##### **Elementos comunes**

##### ***Extintores de clase A, B, C, F y D***

##### ***Carretilla elevadora con capacidad de hasta 3.500 kg***

Se propone utilizar el modelo: *DFG/TFG 425s/430s/435s Carretilla de gas y diésel con accionamiento hidrostático (3.500 kg)* de la empresa Jungheinrich. [12]

##### **Elementos diferenciadores**

- **Cinta transportadora de rodillos** para llevar las componentes/piezas de carrocería, mecánica, etc. por todo el área hasta el almacén. Será la misma cinta que sale del área de descontaminación y desmontaje que continua hasta el almacén ya que todo el proceso que se realiza a las piezas/componentes se realiza directamente en los pallets según se van moviendo por el área de preparación para la reutilización. En el **ANEXO A8** se pueden encontrar las especificaciones técnicas de la cinta transportadora propuesta, ya que son las mismas que para el área de descontaminación y desmontaje.
- **Báscula** para llevar el registro total de material preparado para su reutilización. Se propone utilizar un modelo de báscula de suelo con capacidad de hasta 1500kg y resolución de 0.5 kg, que será la misma que se use para pesar los neumáticos antes de su salida hacia la empresa gestora. Se propone utilizar el mismo modelo que para los neumáticos, *GRAM-K2-TORTUGA* de la empresa *Flintec*. [16]
- **Túnel de limpieza para piezas de mecánica**, se propone utilizar un túnel de lavado y desengrasado en el que las piezas entrarán directamente desde la cinta



transportadora. Sus correspondientes especificaciones técnicas se pueden encontrar en el **ANEXO A10**.

#### 4.4.4.3. Estudio de la capacidad de procesado: tiempos y volúmenes

Se deberá estudiar la cantidad de elementos a procesar y los tiempos de los que se dispone para poder garantizar que no se genere un cuello de botella que llegase a afectar al área de descontaminación y desmontaje.

##### 4.4.4.3.1. Descripción y tiempo de procesado de cada una de las operaciones

Las operaciones a realizar son las indicadas en el apartado 4.4.4.1. *Relación de operaciones básicas*.

Operación	Descripción	Tiempo estimado [h]
<b>1. Túnel de limpieza para las piezas mecánicas</b>	Las dos cintas que contienen piezas de mecánica incluirán un túnel de lavado de piezas según entran al área de descontaminación y desmontaje. Se desprecia el retraso que pueda provocar ya que no es muy grande y sólo afecta a 2 cintas.	-
<b>2. Comprobación del estado de cada pieza o componente</b>	Se deberá hacer una inspección visual para ver que no hay daños en los componentes o piezas: faros rotos, espejos retrovisores dañados, piezas mecánicas con fisuras de gran tamaño, etc. Cualquier material que no pase esta prueba será enviado al área de prensado.	0.15
<b>3. Verificación de piezas mecánicas</b>	Las piezas mecánicas deberán estar sometidas a un control más riguroso por eso deberán pasar una segunda estación donde se revisará más a fondo cada pieza y se buscarán defectos más en detalle. Esto sólo afecta a las dos cintas de piezas mecánicas.	0.25
<b>4. Inclusión de los datos de cada pieza en la base de datos y etiquetado</b>	Una vez pasada la verificación se introduce en la base de datos del CAT el nuevo componente para su venta y se etiqueta poniéndole un código de barras asociado a la información de ese elemento en concreto, en cualquier caso no se deberá retirar la etiqueta que identifica el VFVU del que proviene.	0.15
<b>5. Pesaje de todas las piezas que pasan a almacén</b>	Todo lo que sea apto para reutilización se deberá pesar en una báscula de suelo que habrá antes de entrar en el almacén, así,	0.15

	junto con el dato que toma la báscula en la entrada del área de descontaminación, se puede comprobar si el CAT cumple con los objetivos para la reutilización marcados por la normativa.	
--	--	--

*Tabla 11. Descripción y tiempo estimado de las operaciones del área de preparación para la reutilización*

La dinámica de funcionamiento en esta área será la siguiente: las piezas se pararán delante del operario, que estarán agrupados según la operación que realicen. Y después la cinta se vuelve a poner en marcha hasta el siguiente grupo de operarios.

Como se puede observar los tiempos son reducidos, pero en las cintas de mecánica habrá el doble de operarios ya que se debe realizar una operación más y esta es la más laboriosa.

#### **4.4.4.3.2. Estudio de volúmenes**

- **Componentes de plástico:** se extraerán aproximadamente **90-160 parachoques** al día, contando delantero y trasero, además de otras componentes de plástico cuya cantidad es difícil de estimar ya que no está definido ni que elementos concretos serán. Además, se estima que bajo pedido se retirarán entre **3 y 6 salpicaderos** al día.  
**Código LER: 16 01 19**
- **Componentes de carrocería:** aproximadamente se estima que se extraerán cada día: **160-300 puertas laterales, 45-80 capós, 35-70 portones traseros**, etc por lo tanto se extraerá un gran volumen de componentes.  
**Código LER: 16 01 17/ 16 01 18/ 16 01 19** ya que estas piezas pueden incluir metales féreos, no féreos y/o plástico.
- **Fibras:** el número de embellecedores u otros elementos de fibra retirados es muy variable, pero representa una parte muy pequeña del volumen total.
- **Vidrio:** aproximadamente se estima que se extraerán cada día: **95-165 espejos retrovisores, 5-20 lunas delanteras**  
**Código LER: 16 01 20**
- **Componentes mecánicos:** se extraerán al día aproximadamente **8-16 bloques motor-caja de cambios, 40-90 kits de embrague, 90-180 discos de freno**, etc. Se retirarán cada día del orden de 4000kg a 6500 kg en componentes mecánicas. **Podría encuadrarse en el Código LER: 16 01 06, sino deberá ser el 16 01 22**
- **Componentes eléctricos o electrónicos:** extraerán al día aproximadamente **200-260 faros** entre delanteros y traseros, **40-80 sondas lambda, 25-70 alternadores** y demás componentes eléctricos y electrónicos en número variable.  
**Código LER: 16 01 22 / 16 02**

#### 4.4.4.4. Diseño final del área de preparación para la reutilización de componentes: Distribución espacial del área

Esta área es el punto de unión entre el área de descontaminación y desmontaje y el almacén de piezas. Está compuesta básicamente por el recorrido que realizan las cintas transportadoras al comunicar ambas áreas. En el recorrido el personal aprovecha para realizar los procesos necesarios de esta área.

En total atravesarán esta área 11 cintas transportadoras cada una proveniente de una estación diferente y llevará las componentes de esa zona, de forma que las piezas de carrocería no se mezclen con los componentes eléctricos ni con las piezas de mecánica. Haciendo zoom en el plano del área de descontaminación y desmontaje puede apreciarse de dónde parten cada una de las cintas.



*Ilustración 31. Zoom cintas transportadoras área de descontaminación y desmontaje*

Cada una de las cintas llevará los siguientes componentes:

- 1: parachoques
- 2: otros componentes de plástico distintos de parachoques
- 3: puertas y otros componentes de la carrocería
- 4: componentes de carrocerías distintos de puertas
- 5: cables y conductores
- 6: fibras
- 7: vidrio
- 8: componentes de mecánica
- 9: componentes de mecánica
- 10: componentes eléctricos y electrónicos
- 11: componentes eléctricos y electrónicos

Al principio de las cintas 8 y 9, según entran al área de preparación para la reutilización, hay un túnel de lavado de piezas en cada una ya que se debe proceder a quitar la grasa de los diferentes componentes.

La extensión necesaria para esta área será de **6700 m<sup>2</sup>** (156x43m).

En todas las cintas habrá 3 grupos de operarios: el primero se encargará de comprobar el estado de cada pieza o componente, el segundo de incluir los datos de cada pieza en la base de datos y su etiquetado y el tercero, con ayuda de carretillas elevadoras, del pesaje de todas las piezas que pasan a almacén. Adicionalmente en las cintas 8 y 9 habrá un

grupo auxiliar en cada una, entre el primer grupo y el segundo de operarios que realizará una verificación más exhaustiva, para garantizar el buen estado de las piezas de mecánica.

El diseño y la distribución final de la planta se encuentran detallados en el plano del área de preparación de componentes para su reutilización, en el **ANEXO B5**.

En el **ANEXO B1** se encuentra el plano con la ubicación de esta área dentro de las instalaciones del CAT.

#### **4.4.5. Áreas e instalaciones secundarias**

Aunque no se detallen en profundidad, ya que no forman parte del proceso principal y su diseño se escape del alcance de este TFG, estas áreas son parte necesaria de las instalaciones del CAT. Esta es la superficie final que se ha determinado para ellas:

- Edificio principal de dos plantas: 1600m<sup>2</sup>, cada planta, incluye oficinas, comedor-cafetería, vestuarios, duchas. (Incluida aquí la oficina de tramitación de bajas).
- Almacén y área de preparación y salida de pedidos: 7500m<sup>2</sup>
- Campa: 1000m<sup>2</sup>
- Parking empleados y vehículos de reparto: 4500m<sup>2</sup>(Parking1)
- Parking grúas y maquinaria: 4500m<sup>2</sup> (Parking 2)

La distribución de todo el conjunto de instalaciones se encuentra en el plano del **ANEXO B1**.

## **5. PLANIFICACIÓN Y PRESUPUESTO DEL PROYECTO**

En el siguiente apartado se detalla, en primer lugar, la planificación de las fases de realización de este proyecto y después el presupuesto estimado de realización.

### **5.1. Relación de tareas y Diagrama de Gantt**

Las tareas a realizar para poder elaborar este proyecto, con su fecha de planificación, duración y precedentes, son las siguientes:

	Nombre	Duración	Inicio	Terminado	Predecesores
1	<b>TFG: DISEÑO DEL SISTEMA INBOUND-OUTBOUND DE UN CAT</b>	<b>118 days</b>	<b>3/05/18 8:00</b>	<b>29/08/18 8:00</b>	
2	INICIO	0 days	3/05/18 8:00	3/05/18 8:00	
3	REQUISITOS E HIPÓTESIS DE PARTIDA	1 day	3/05/18 8:00	4/05/18 8:00	
4	DEFINICIÓN DE OBJETIVOS	1 day	4/05/18 8:00	5/05/18 8:00	3
5	<b>ESTUDIO PRELIMINAR DE CAT</b>	<b>10 days</b>	<b>5/05/18 8:00</b>	<b>15/05/18 8:00</b>	<b>4</b>
6	estudio de características y funciones	3 days	5/05/18 8:00	8/05/18 8:00	4
7	estudio de la normativa de aplicación	4 days	8/05/18 8:00	12/05/18 8:00	6
8	estado del arte sobre CAT	3 days	12/05/18 8:00	15/05/18 8:00	7
9	ELABORACIÓN DE LA PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO	2 days	15/05/18 8:00	17/05/18 8:00	5
10	ESTUDIO SOCIOECONÓMICO	3 days	17/05/18 8:00	20/05/18 8:00	9
11	DEFINICIÓN DE LA LOCALIZACIÓN	1 day	20/05/18 8:00	21/05/18 8:00	10
12	<b>DEFINICIÓN DEL MODELO DE CAT</b>	<b>2 days</b>	<b>21/05/18 8:00</b>	<b>23/05/18 8:00</b>	<b>11</b>
13	estimación del número de vehículos a tratar por día	2 days	21/05/18 8:00	23/05/18 8:00	
14	definir características en base a los requisitos	2 days	21/05/18 8:00	23/05/18 8:00	
15	<b>DEFINICIÓN DE LA EXTENSIÓN DEL CAT</b>	<b>3 days</b>	<b>23/05/18 8:00</b>	<b>26/05/18 8:00</b>	<b>12</b>
16	definición de las áreas necesarias	3 days	23/05/18 8:00	26/05/18 8:00	
17	estimación de la extensión de cada área	3 days	23/05/18 8:00	26/05/18 8:00	
18	<b>DEFINICIÓN DE LOS PROCESOS NECESARIOS A REALIZAR</b>	<b>29 days</b>	<b>26/05/18 8:00</b>	<b>24/06/18 8:00</b>	<b>15</b>
19	estudio de los procesos de recepción según normativa	1 day	26/05/18 8:00	27/05/18 8:00	
20	definición de los procesos de recepción	2 days	27/05/18 8:00	29/05/18 8:00	19
21	estudio de los procesos de descontaminación según normativa	3 days	29/05/18 8:00	1/06/18 8:00	20
22	definición de los procesos de descontaminación	3 days	1/06/18 8:00	4/06/18 8:00	21
23	estudio de los procesos de desmontaje según normativa	3 days	4/06/18 8:00	7/06/18 8:00	22
24	definición de los procesos de desmontaje	2 days	7/06/18 8:00	9/06/18 8:00	23
25	estudio de los procesos de prensado según normativa	1 day	9/06/18 8:00	10/06/18 8:00	24
26	definición del proceso de prensado	1 day	10/06/18 8:00	11/06/18 8:00	25
27	estudio de los procesos de preparación de piezas para reutilización según normativa	4 days	11/06/18 8:00	15/06/18 8:00	26
28	definición de los procesos de preparación de piezas para su reutilización	3 days	15/06/18 8:00	18/06/18 8:00	27
29	estudio del sistema de almacenaje de piezas según normativa	1 day	18/06/18 8:00	19/06/18 8:00	28
30	definición del sistema de almacenaje de piezas	1 day	19/06/18 8:00	20/06/18 8:00	29
31	estudio del sistema de recogida de materiales por las gestoras según normativa	2 days	20/06/18 8:00	22/06/18 8:00	30
32	definición del sistema de recogida de materiales por las gestoras	2 days	22/06/18 8:00	24/06/18 8:00	31
33	<b>DEFINICIÓN DE ASPECTOS TÉCNICOS</b>	<b>16 days</b>	<b>24/06/18 8:00</b>	<b>10/07/18 8:00</b>	<b>18</b>
34	estudio de la normativa aplicable a CAT	4 days	24/06/18 8:00	28/06/18 8:00	
35	estudio de la normativa aplicable a cada uno de los elementos técnicos	5 days	28/06/18 8:00	3/07/18 8:00	34
36	calculos y definición de los elementos técnicos	7 days	3/07/18 8:00	10/07/18 8:00	35
37	<b>PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DEL CAT</b>	<b>23 days</b>	<b>10/07/18 8:00</b>	<b>2/08/18 8:00</b>	<b>33</b>
38	estudio de los procesos	3 days	10/07/18 8:00	13/07/18 8:00	
39	integración de las diferentes áreas de procesado	2 days	13/07/18 8:00	15/07/18 8:00	38
40	estimación de tiempos de procesado	5 days	15/07/18 8:00	20/07/18 8:00	39
41	estudio de software de planificación	3 days	20/07/18 8:00	23/07/18 8:00	40
42	optimización de la cadena de procesos	6 days	23/07/18 8:00	29/07/18 8:00	41
43	definición del plan de producción final	4 days	29/07/18 8:00	2/08/18 8:00	42
44	DEFINICIÓN DEL MODELO FINAL	7 days	2/08/18 8:00	9/08/18 8:00	37
45	GENERACIÓN DE PLANOS	7 days	9/08/18 8:00	16/08/18 8:00	44
46	DESARROLLO DE LA MEMORIA DEL PROYECTO	20 days	9/08/18 8:00	29/08/18 8:00	44
47	FIN DEL PROYECTO	0 days	29/08/18 8:00	29/08/18 8:00	46

Ilustración 32. Relación de tareas para realizar el proyecto

En base a estas tareas se elabora el diagrama de Gantt que se ha realizado con un software gratuito de ayuda a la planificación: *Project Libre*. El diagrama de Gantt puede encontrarse en el *ANEXO C. Diagrama de Gantt* de esta memoria. En total la planificación del proyecto indica que serán necesarios 118 días, teniendo en cuenta que cada día se dedicarán 3h de media, un total de 354h.

## 5.2. Presupuesto del proyecto

En base a la duración del proyecto y la planificación de las distintas tareas se desglosa en este apartado la relación de costes que hubiese supuesto este proyecto de haber sido realizado fuera del ámbito académico. Se asume que el proyecto sería realizado por una

única persona que podría ser autónomo o *freelancer*. Los costes se dividen en dos grupos:

- Gastos derivados del uso de Software necesario para la realización del proyecto: paquete estándar Microsoft Office, Microsoft Project Pro, AutoCAD. Este coste se calculará teniendo en cuenta el tiempo de uso de cada uno de ellos.
- Horas trabajadas para la realización del proyecto: aunque se asuma que este proyecto lo llevase a cabo una sola persona se realizará un desglose de las horas y se cobrará a diferente precio según la dificultad de la tarea, es decir, la formación necesaria para llevarla a cabo (académica y profesional).

El desglose puede verse en las siguientes tablas (se asume que todo el proyecto será realizado por una persona):

Software necesario			
Programa	Precio total de la licencia	Utilización en el proyecto	Precio final
Paquete Microsoft Office 365 Business Premium	10.50 €/mes [27]	4 meses	42€
Microsoft Project Pro	25.30€/mes [28]	2 meses	50.6€
AutoCAD	260.15€/mes [29]	1 mes	260.15€

Tabla 12. Desglose presupuesto software

Precio mano de obra			
Fase del proyecto	Precio por hora	Horas	Precio final
Estudio inicial y definición del modelo	10€/h	60h	600€
Definición de la extensión y de los procesos del CAT	15€/h	96h	1440€
Definición de aspectos técnicos y planificación de la producción	20€/h	117h	2340€
Generación de planos	15€/h	21h	315€
Definición del modelo final y desarrollo de la memoria del proyecto	20€/h	81h	1620€

Tabla 13. Desglose del precio por mano de obra

PRESUPUESTO FINAL	
Software necesario	352,75€
Precio mano de obra	6.315€
<b>TOTAL</b>	<b>6.667,75€</b>

*Tabla 14. Presupuesto total*

## 6. CONCLUSIONES

En base a todo lo expuesto anteriormente se procede a desarrollar en este apartado las conclusiones de los diferentes aspectos del proyecto, así como una breve reflexión de la forma de encauzar este trabajo en el futuro.

### 6.1. Objetivos cumplidos

En cuanto a los objetivos presentados en el apartado *1.2. Objetivos y alcance del proyecto* se han cumplido en su totalidad ya que se han ido desgranando a lo largo del proyecto.

Estos objetivos se pueden resumir en 4 variables que son necesarias para la definición del diseño del sistema inbound-outbound de un CAT: qué, cómo, cuándo y dónde.

Al haber definido todas ellas a lo largo del proyecto se ha cumplido con los objetivos establecidos.



Ilustración 33. Relación de objetivos cumplidos

## 6.2. Impacto socioeconómico

El impacto socio-económico de este proyecto sería, de ser llevado a cabo, de gran magnitud ya que tal y cómo se ha planteado llegaría a ser uno de los gigantes del Tratamiento de Vehículos. Con un objetivo de tratamiento de 120 VFVU por día hábil (contando días hábiles de Lunes a Sábado) se alcanzarán los 34.560 VFVU tratados por año. Esto supone que, respecto a datos de 2017, se prevé alcanzar a absorber el 5.57% de los todos vehículos tratados a nivel nacional. [5]

Estos datos prevén que el CAT llegará a competir con las empresas de este gremio que más facturan, pero antes de llegar a ese punto se requerirá una gran inversión para la creación de las instalaciones y la contratación del personal. Pero lo que es más difícil: se necesitará crear una amplia cartera de clientes en ambos sentidos, es decir, se deberán conseguir que un gran número de propietarios decida entregar su vehículo al CAT y que haya un gran número de empresas que quieran comprar las componentes para su reutilización a este CAT. Esta época se ha definido anteriormente como “régimen transitorio”.

Cuando la empresa llegue a su “estado estacionario” será muy competitiva por lo tanto afectará a grandes CAT y a pequeños CATs.



La aparte negativa es que al ser una empresa con tanto volumen de mercado haga desaparecer a CATs pequeños que constituyen pequeños negocios familiares, sobre todo en la zona próxima a su ubicación.

### 6.3. Impacto ambiental

En cuanto al impacto ambiental hay que tener en cuenta dos aspectos: el primero es el impacto que tiene un CAT cualquiera al realizar su función y el segundo es el impacto que tiene la construcción y las actividades del CAT.

El primer aspecto, que es el impacto del CAT al medio ambiente por realizar su función, es positivo y cuanto más eficiente sea el CAT, más positivo será ya que la tasa de reutilización de componentes será mayor. Con el objetivo de 120 VFVU tratados por día se prevé que se convierta en un representante de un sector que es, desde sus inicios, es un claro ejemplo de economía circular, estrategia que, de ampliarse a otros productos, supondría un ahorro de materias primas y una reducción de la contaminación. Como se explicó en los apartados introductorios, el CAT se basa en la reutilización, reciclaje y valorización, para lo cual se apoya en fabricantes, fragmentadoras y gestoras de residuos, lo cual concuerda perfectamente con las bases de la economía circular.



*Ilustración 34. Principios de la economía circular [30]*

Sobre el segundo aspecto hay que analizar el impacto negativo del CAT derivado de su actividad e instalaciones.

- Instalaciones: su construcción afectará negativamente a las especies de flora y fauna que estén presentes en el terreno en el que se construya por lo que se deberá previamente estudiar este impacto y reducirlo en la medida de lo posible

(con la reubicación de especies, por ejemplo). Además, habrá un impacto visual negativo, pero al estar en un polígono industrial esto no será determinante.

- Actividad: se deberá tener especial cuidado en que no se filtren al suelo ni a la red de agua los fluidos de los VFVU, para eso se plantea la construcción del pavimento impermeable y el sistema de recogida de fluidos y derrames. En este aspecto el impacto deberá ser cero. En cuanto a los residuos, todos deberán ser enviados a empresas gestoras. Por último, hay que tener en cuenta la contaminación producida por el uso de combustible (grúas, elevadoras, etc.) y la parte correspondiente por el uso de electricidad, ya que el consumo será elevado.

## **6.4. Líneas futuras de trabajo**

En este último punto, hay que desarrollar brevemente dos pilares: mejoras internas dentro del propio CAT y extrapolación a otros sectores.

### **6.4.1. Mejoras internas**

El CAT, como cualquier empresa, deberá seguir un proceso de mejora continua en el cual analice los cuellos de botella y las debilidades para así poder mitigarlas y aumentar la eficiencia y reducir los recursos de los que la empresa precisa. Para lo cual aquí se proponen varios proyectos internos que podrían derivar en mejoras.

- Visión artificial para la integración de datos. Consistiría en un método, por el cual las imágenes que les llegan a las cámaras que estarían situadas en el área de recepción serían procesadas y analizadas para el reconocimiento de vehículos (marca y modelo) y serían incluidos directamente en la base de datos por lo tanto no sería necesario tanto personal de verificación.
- Tarjetas RFID para el seguimiento del vehículo a lo largo de la cadena de descontaminación y desmontaje y para las piezas/componentes que entran en el almacén. Esto mejoraría el tratamiento de datos que se realiza dentro del CAT.

### **6.4.2. Extrapolación del proyecto**

El objetivo y proceso que siguen los CAT y demás agentes económicos involucrados en la reutilización, reciclaje y valorización de vehículos es un modelo que debe ser exportado a otros sectores, fuera del automovilístico. Estos agentes son la demostración de que no sólo es posible realizarlo, sino que también es rentable. Además, con el estudio y diseño realizado en este proyecto se intenta demostrar que puede realizarse de forma masiva.

La extrapolación de esta forma de proceder es crucial para reducir las emisiones contaminantes, el agotamiento de materias primas y la acumulación de residuos, tanto peligrosos como no, los cuales son problemas, ya no a nivel nacional, sino mundial.

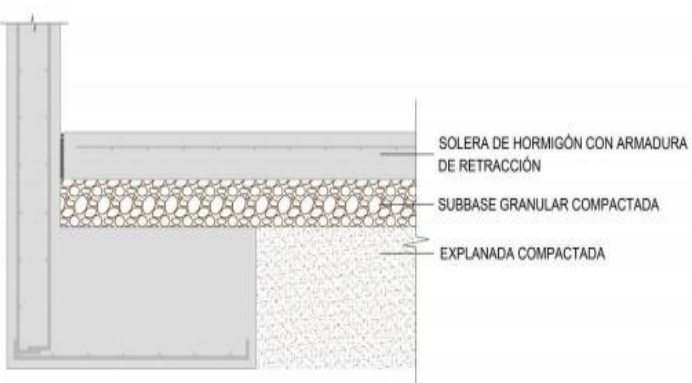
En esta línea, se propone la extrapolación concretamente a una industria muy presente en el día a día y en continuo crecimiento: producción de smartphones y tablets. Se debería promover que se llegase a un acuerdo entre fabricantes y centros de tratamiento por la cual se deberían diseñar directamente para que se pudiesen comprar recambios y así alargar la vida de estos, para lo cual deberían estar pensados para una fácil extracción de sus componentes y materiales (cosa que no pasa actualmente ya que algunos smartphones tienen, por ejemplo, la batería soldada). Además, también se debería fomentar el que los usuarios llevasen a centros autorizados los móviles cuando ya no les son útiles mediante remuneración económica. Esto evolucionaría esta industria hacia un modelo de economía circular, anteriormente introducido, que ya siguen los vehículos. Lo cual sería de gran ayuda para reducir, por ejemplo, el consumo de coltan, un mineral que se extrae en minas de África, que es necesario en esta tecnología y cuya explotación causa conflictos bélicos, sociales y medioambientales en los países donde se extrae.

## ANEXO A: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

### A1. Pavimento impermeable

PAVIMENTO IMPERMEABLE	
<b>UBICACIÓN</b>	Suelos del área de recepción, del área de descontaminación y desmontaje, de la campa auxiliar, del área de prensado, del área de preparación de piezas para su reutilización y del almacén de piezas.
<b>REQUISITOS CATs</b>	Suelo impermeabilizado y resistente a la contaminación por vertido de líquidos que mediante lixiviación, escorrentía o percolación sean susceptibles de contaminar las aguas subterráneas o el suelo.
<b>PROPUESTA DE DISEÑO</b>	Pavimento continuo de hormigón pulido con tratamiento impermeabilizante mediante resina epoxy con juntas de dilatación, separación, etc. Debe tener la pendiente suficiente que permita la evacuación de fluidos hacia las arquetas.
<b>CARACTERÍSTICAS</b>	Solera de hormigón reforzado con mallazo y posterior tratamiento impermeabilizante. [31] - Terreno con preparación previa: al tener que soportar

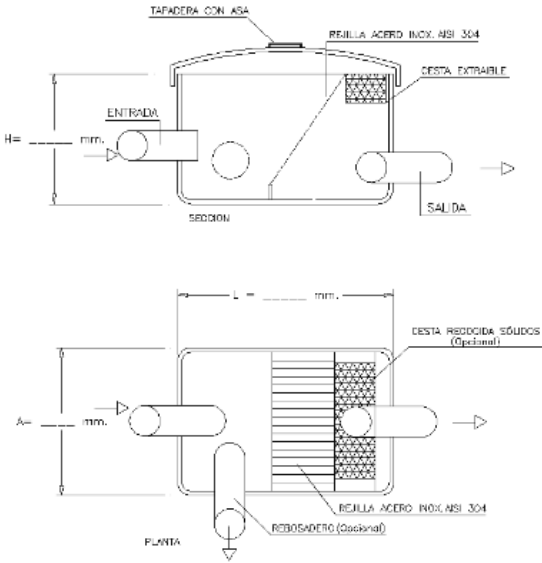
	<p>diversas cargas (algunas de más de 4000kg) es necesario un acondicionamiento del terreno. En primer lugar se procederá a nivelar el terreno después se extenderá un geotextil, encima del cual se debe extender una subbase de arena y grava. Con esto se mejorará el reparto de cargas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Necesario mallazo electrosoldado para aumentar la resistencia a las grietas, los cambios térmicos y al tránsito de cargas. Serán necesarios el uso de separadores cada 1m de mallazo para asegurar que se mantiene en la posición correcta: tan cerca de la superficie como sea posible debido que las tensiones térmicas se producen sobre todo en la superficie del pavimento.</li> <li>- Se deberán tener las consideraciones oportunas la realizar el vertido del hormigón.</li> <li>- Serán necesarias juntas de dilatación (cada 20m), juntas de separación en la zona de contacto con elementos verticales, juntas de contracción longitudinales (cada 5m) y juntas de retracción.</li> <li>- En la fase de fraguado se deberá proceder al pulido.</li> <li>- Una vez construida la solera se deberá realizar un tratamiento impermeabilizante, se propone el uso de resina epoxy. [32]</li> <li>- El pavimento deberá ser lo más continuo posible, para evitar caídas.</li> <li>- No se deberá olvidar colocar los sumideros pertinentes que permiten el paso del fluido a la arqueta.</li> </ul>
<b>NORMATIVA RELACIONADA</b>	CTE. DB-HS Salubridad. Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio. [33]
<b>CONSIDERACIONES PREVIAS</b>	Compactación y nivelación del terreno.
<b>DIMENSIONES</b>	<p>Espesor: 15 cm de espesor (hormigón + 2 armaduras) y 15 cm de base. [34]</p> <p>Superficie: <math>9.025+15.000+625+6.700+1.000+7.500</math>  <math>=39.850\text{m}^2</math></p>

<b>EJEMPLO (ILUSTRACIÓN)</b>	<p>[35]</p>  <p>SOLERA DE HORMIGÓN CON ARMADURA DE RETRACCIÓN</p> <p>SUBBASE GRANULAR COMPACTADA</p> <p>EXPLANADA COMPACTADA</p>
----------------------------------	--


## A2. Sistema de recogida y tratamiento de aguas residuales

<b>SISTEMA DE RECOGIDA Y TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES</b>	
<b>UBICACIÓN</b>	Área de recepción (debajo de ésta se encontrará el sistema de tratamiento al que verterán las arquetas de las demás áreas), área de descontaminación y desmontaje, área de preparación de componentes para su reutilización, área de prensado.
<b>REQUISITOS CATs</b>	Equipos para el tratamiento de aguas, con instalaciones para la recogida de derrames, decantadores y limpiadores-desengrasadores.
<b>PROPUESTA DE DISEÑO</b>	En todas las áreas habrá canalones estratégicamente colocados que llevarán a arquetas que conectan con las arquetas principales que se encuentran en el área de recepción, en su zona central ya que la pendiente dirigirá a esa zona los fluidos. Debajo de esa área estará una sala donde están las arquetas y el sistema de tratamiento: decantador de arenilla y sólidos + separador de grasas e hidrocarburos.
<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<p>La norma UNE EN 858-2:2003 dicta que el dimensionamiento de los separadores de líquidos ligeros se debe basar en la naturaleza y en el caudal de los líquidos a tratar, y se necesitará tener en cuenta lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– caudal máximo de agua de lluvia: para un día se ha indicado en el apartado 4.4.1.2.1. que se estimará en 40 l/s/ha</li> <li>– caudal máximo de aguas residuales (efluente industrial): aprox. 4L/s</li> </ul>

	<p>En vez de usar un decantador más un separador de fluidos se propone el uso de un decantador decontaminante que integra ambas funciones y que está especialmente pensado para CATs.</p> <p>El sistema contará con una arqueta principal que verterá al decantador decontaminante por gravedad, el decantador decontaminante y una bomba después de este. Modelos y detalles en las siguientes hojas de especificaciones. [36]</p>
<b>NORMATIVA RELACIONADA</b>	<p>La norma UNE EN 858-2:2003 se utiliza para dimensionar los separadores de fluidos y la norma UNE EN-858 para dimensionar el tamaño del decantador. [37]</p>
<b>CONSIDERACIONES PREVIAS</b>	<p>Se deberá construir una sala que albergue tanto el decantador como el separador y las bombas, un sótano al que se pueda acceder desde el área de recepción y así se facilite las tareas de mantenimiento.</p> <p>Todas las arquetas de las demás áreas llevan por una red de tuberías a la arqueta principal que es la que vierte directamente sobre el decantador decontaminante.</p>
<b>DIMENSIONES</b>	<p>Todas las características y modelos correspondientes de la arqueta, el decantador decontaminante y la bomba se pueden encontrar en las hojas de especificaciones a continuación de esta.</p> <p>En cuanto a la sala será de 80m<sup>2</sup>x 2.5m para asegurar que toda la maquinaria puede entrar.</p>

ARQUETA PRINCIPAL	
<b>UBICACIÓN</b>	Sótano del área de recepción.
<p><b>Arqueta prefabricada compacta de la empresa “Fiberglas”</b> Arqueta de desbaste compacta.</p> <p>Dimensiones: (en base a una necesidad de capacidad aprox. de 600L, se escoge el modelo con las siguientes dimensiones para la arqueta principal): 1300x850x650 [mm]</p> <p>Conexiones de entrada y salida en PVC.</p> <p>Posibilidad de rebosadero (by-pass).</p> <p>Con resaltes exteriores para anclar en hormigón. [38]</p>	 <p>[38]</p>
<b>NOTA</b>	<p>Las demás arquetas, repartidas por todo el CAT, serán de la misma marca y modelo, pero de dimensiones inferiores: 750X400X400[mm].</p> <p>Además, se deberán poner bombas a la salida de éstas para que llegue el fluido a la arqueta principal, estas bombas se activaran cuando se sobrepase un nivel.</p>

DECANTADOR DECONTAMINANTE	
UBICACIÓN	Sótano del área de recepción.
<p><b>Decantador decontaminante de 3 bocas hombre cilíndricas de la empresa HISPALHIDRO</b></p> <p>Capacidad de más de 600L</p> <p>Compartimentos y funciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cámara desarenadora (permite frenar la velocidad del agua de tormenta, permitiendo que algunas materias y sedimentos decanten.)</li> <li>- El decantador – sedimentador</li> <li>- Compartimento de recuperación, y evacuación.</li> <li>- Lámina sifoide (almacena líquidos ligeros (aceites e hidrocarburos) ya separados y frena las corrientes preferenciales para una evacuación homogénea)</li> </ul> <p>Carga hidráulica: 2 m/h [36]</p>	  <p>[36]</p>

BOMBA ELEVADORA DE AGUA	
UBICACIÓN	Sótano del área de recepción.
<p><b>Bomba SWH-F 500 para utilizar detrás de separadores de grasa, de la empresa Zehnder</b></p> <p>Necesaria para elevar el agua una vez sale del decantador decontaminante, para poder verterla a la red.</p> <p>Capacidad de 6 L.</p> <p>Temperatura de servicio 40°C (brevemente hasta 90°C). [39]</p>	 <p>[39]</p>




### A3. Relación de contenedores y depósitos de fluidos


CONTENEDOR PARA BATERÍAS	
UBICACIÓN	Área de descontaminación.
<p><b>Contenedor para baterías, resistente al ácido: modelo PSG0106 de la empresa Disset Odiseo</b></p> <p>Dimensiones: 1200x800x850 [mm]</p> <p>Material: polipropileno, resistente a la corrosión, tanto de ácidos como de alcalinos.</p> <p>Contenedor homologado para contener baterías.</p> <p>Con marcado CE.</p> <p>Homologado para el transporte, cumple con la normativa ADR (Acuerdo Europeo sobre el transporte internacional de cargas peligrosas por vía terrestre).</p> <p><b>Nota importante:</b> no más lejos de 3m de la zona de manipulación (extracción y almacenaje) se deberá disponer de un recipiente con carbonato sódico para neutralizar el electrolito y unos sacos de arena (agente aglutinante). Deberán ser usados en caso de vertido. [40]</p>	  <p>[40]</p>


<b>CONTENEDOR PARA TRANSFORMADORES Y CONDENSADORES CON PCB/PCT</b>	
<b>UBICACIÓN</b>	Área de descontaminación.
<p><b>Tambores de metal aprobados por Naciones Unidas</b></p> <p>Capacidad: 220L</p> <p>Aptos para condensadores y transformadores de pequeño tamaño.</p> <p>Deben estar aprobados por la ONU para sólidos 1A2. (Deben tener una marca en el metal). [41]</p>	 <p>[41]</p>

<p><b>DEPÓSITO PARA EL ACEITE DEL MOTOR</b></p> <p><b>DEPÓSITO PARA ACEITE DE LA CAJA DE CAMBIOS</b></p> <p><b>DEPÓSITO PARA ACEITE DEL DIFERENCIAL</b></p> <p><b>DEPÓSITO PARA ACEITE DE LA TRANSMISIÓN</b></p> <p><b>DEPÓSITO PARA ACEITE HIDRÁULICO</b></p> <p><b>(cada aceite se almacenará de forma segregada)</b></p>	
<b>UBICACIÓN</b>	Área de descontaminación.
<p><b>Depósito de polietileno doble pared para aceites usados de la empresa Emiliana Serbatoi</b></p> <p>Dimensiones: 96 x 96 x 124 cm</p> <p>Capacidad: 50L</p> <p>Material: polietileno alta densidad</p> <p>Referencia: 031.277.87.</p> <p>Depósito de doble pared, tratado anti-rayos UV y detector de fugas.</p> <p><b>Nota importante:</b> aunque tengan el mismo modelo de depósito se deberá indicar por colores y una etiqueta a qué aceite corresponde: del motor, de la caja de cambios, etc. Almacenándose de forma segregada. [42]</p>	 <p>[42]</p>

<b>DEPÓSITOS PARA COMBUSTIBLES</b> <b>(cada combustible se almacenará de forma segregada)</b>	
UBICACIÓN	Área de descontaminación.
<p><b>Depósito móvil de polietileno para almacenamiento y transporte de combustible APLITANK 440 de la empresa APLIECO</b></p> <p>Dimensiones: 1200 x 800 x H 785 mm.</p> <p>Capacidad: 440 L</p> <p>Material: polietileno alta densidad</p> <p>Tapón de carga de aluminio de 2" con válvula de seguridad incorporada.</p> <p>Filtro en la línea de aspiración.</p> <p>Bomba 12 o 24V 40l/m.</p> <p>Cable (4m) y pinzas de conexión.</p> <p>Pistola automática.</p> <p>El depósito tiene el marcado CE y cuenta con la certificación del Convenio Europeo ADR relativo al transporte internacional de mercancías peligrosas por carretera TM430 certificado n° 413/0/575 y TM 900 certificado n° 448/0/1237.</p> <p>Accesorio recomendado: Bomba Mod. DPUMP de 12 o 24 voltios, caudal 70 l/min.</p> <p><b>Nota importante:</b> aunque tengan el mismo modelo de depósito se deberá indicar por colores y una etiqueta a qué combustible corresponde: gasolina sin plomo 95, Diesel, etc. Almacenándose de forma segregada.</p> <p>[43]</p>	


<b>DEPÓSITOS PARA LÍQUIDO REFRIGERANTE/ANTICONGELANTE</b> <b>DEPÓSITOS PARA LÍQUIDO DE FRENOS</b>	
UBICACIÓN	Área de descontaminación.
<b>Depósito en polietileno doble pared, de la empresa HALÉCO</b>  <div> <div>Peso</div> <div>53 kg</div> </div> <div> <div>Dimensiones</div> <div>114.3 x 70 x 140 cm</div> </div> <div> <div>Capacidad total (L)</div> <div>700</div> </div> <div> <div>Color</div> <div>gris</div> </div> <div> <div>Material</div> <div>polietileno de alta densidad</div> </div> <div>[44]</div>	 <div>[44]</div>

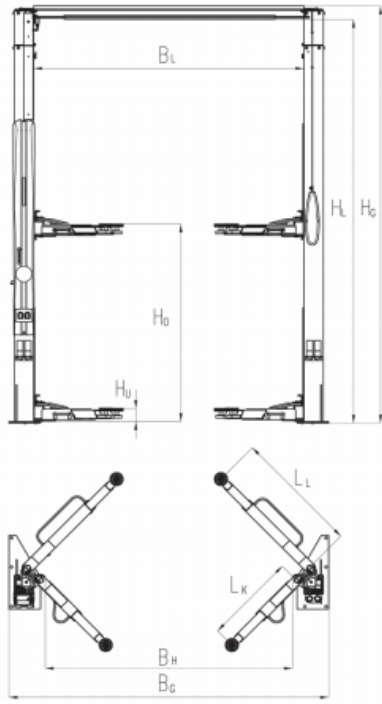
CONTENEDOR ESTÁNDAR	
UBICACIÓN	Área de descontaminación y desmontaje, área de prensado, área de preparación de componentes para su reutilización
<b>Caja-palet de polietileno, de la empresa HALÉCO</b>  <div> <div>Peso</div> <div>27 kg</div> </div> <div> <div>Dimensiones</div> <div>120 x 80 x 85 cm</div> </div> <div> <div>Manutención</div> <div>con carretilla elevadora o transpallet</div> </div> <div> <div>Base</div> <div>2 soportes</div> </div> <div> <div>Material</div> <div>polietileno</div> </div> <div> <div>Carga máxima (kg)</div> <div>400</div> </div> <div> <div>Capacidad total (L)</div> <div>550</div> <div>[45]</div> </div>	 <div>[45]</div>

SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE FLUIDOS DEL AIRE ACONDICIONADO	
UBICACIÓN	Área de descontaminación.
<p><b>Sistema de recuperación de fluidos del aire acondicionado, de la empresa <i>AutoDrain</i></b></p> <p>Bomba de recuperación a 240 voltios</p> <p>Adecuado para el gas R12 y R134a</p> <p>Marcado CE</p> <p>Incluye racores de alta y baja presión</p> <p>Botella de 12kgs de carga</p> <p>Disponible bascula digital a 9 voltios</p> <p>[46]</p>	 <p>[46]</p>

**NOTA:** Todos los depósitos deberán estar puestos encima de un pallet para facilitar su transporte.

#### A4. Elevador de vehículos

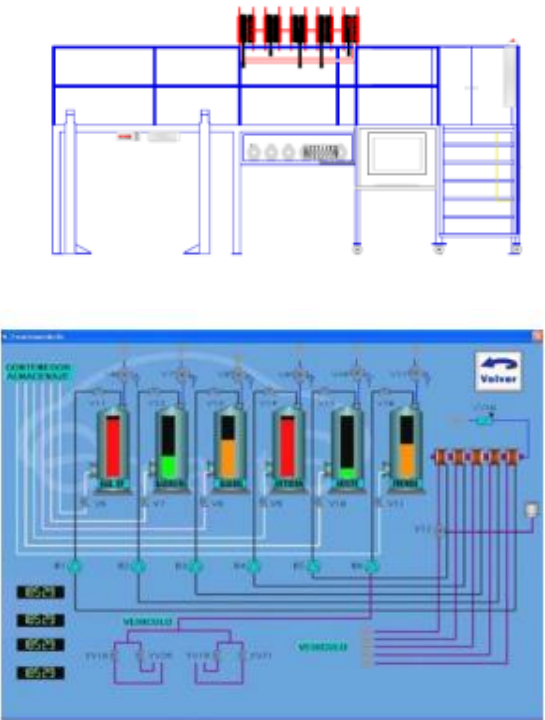
ELEVADOR DE VEHÍCULOS DE HASTA 3500KG	
UBICACIÓN	Área de descontaminación y desmontaje.
<p><b>Elevadores electrohidráulicos de 2 columnas VLH 2140 de la empresa <i>Bosch</i></b></p> <p>Elevador de 2 columnas electrohidráulico diseñado para levantar vehículos de hasta 4000 kg.</p> <p>Dimensiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Altura total (HG): 4000 mm</li> <li>• Altura de apagado (HL): HG-120mm</li> <li>• Ancho total (BG) 3.035 mm</li> <li>• Ancho de la unidad de tracción (BH): 2.240 mm</li> </ul>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distancia entre columnas, interior (BL): 2.565 mm</li> <li>• Altura máxima de carrera (Ho): 1.851mm</li> </ul> <p>Tiempo de carrera 32 segundos</p> <p>Bloqueo automático de brazos portantes</p> <p>Potencia: 2.2 kW</p> <p>Nivel de ruido: &lt;75 dB(A)</p> <p>Peso: 638 Kg</p> <p>Con marcado CE. [47]</p>	<p>VLH 2140</p>  <p>[47]</p>
--	--

## A5. Sistema de extracción de fluidos

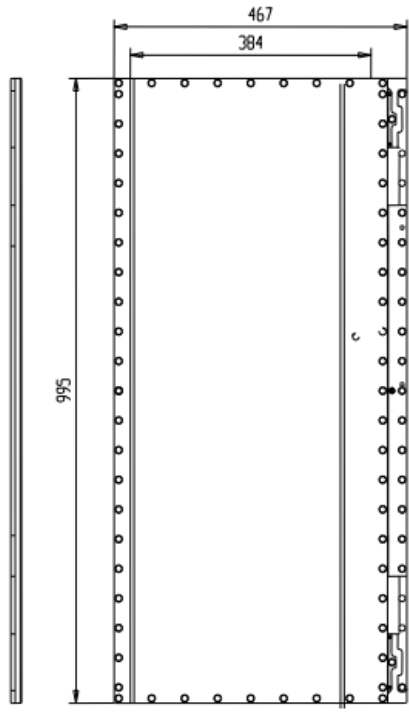
SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE FLUIDOS	
UBICACIÓN	Área de descontaminación.
<p><b>Velyen Sistema descontaminación Modular para la extracción de fluidos de un VFU (modelo normal).</b></p> <p>Estructura metálica de dos alturas con plataforma de trabajo móvil con canalización para servicio de aire comprimido.</p> <p>Dimensiones: 5.500 x 3.800 x 3.500</p> <p>Hasta 6 VFU/h</p> <p>Presión de trabajo 8 bares</p> <p>Caudal 300 l/min</p> <p>Consumo de aire 1.300 l/min</p>	




<p>Tiempos de extracción: 8 - 12 min Tiempo de proceso: 15 - 20 min</p> <p>Opción: automático</p> <p>Accesorios:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Unidad Taladradora Aceite</li> <li>- Amortiguadores</li> <li>- Kit Aspiración Aceite en la Amortiguación</li> <li>- Kit Accesorios Sistema Descontaminación</li> <li>- Perforador de depósitos</li> <li>- Recogedor de aceites</li> </ul> <p>[13]</p>	 <p>[13]</p>
<p><b>NOTA</b></p>	<p>Para la elevación del vehículo se utilizarán elevadores de 2 columnas, como se describe en el apartado 4.1.3.</p>

## A6. Báscula para vehículos

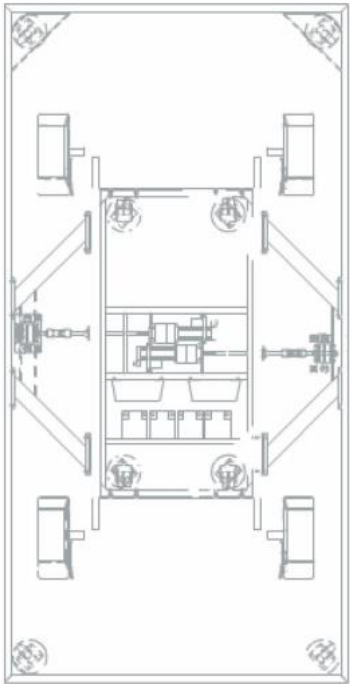
BÁSCULA PARA EL PESAJE DE VEHÍCULOS	
UBICACIÓN	Área de descontaminación.
<p><b>Báscula dinámica WL 104: para pesaje estático y en movimiento hasta 20km/h, de la empresa TRADESEGUR.</b></p> <p>Delgada plataforma de pesaje con un sistema micro-controlador integrado.</p> <p>Rango: 0-10.000 kg</p> <p>Velocidad (pesada dinámica): 0-20 km/h</p> <p>Superficie activa [cm]: 995 x 384</p> <p>Dimensiones completas [cm]: 995x467x17</p> <p>[48]</p>	

	 <p>[48]</p>
--	--

## A7. Plataformas móviles

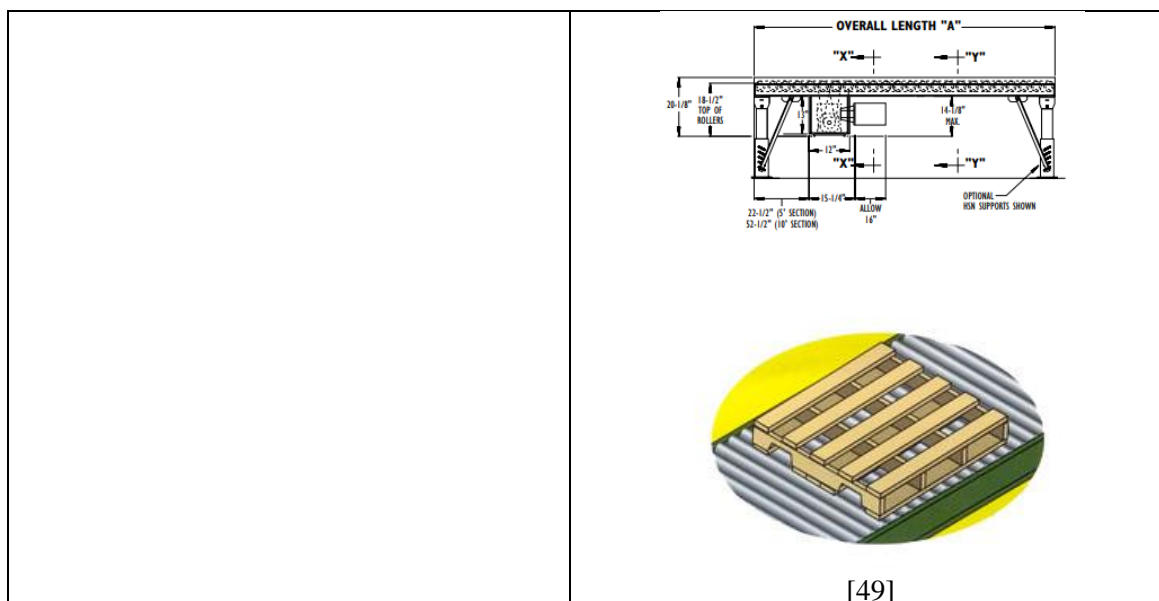
PLATAFORMA MÓVIL CONTROLADA POR TELEMANDO	
<b>UBICACIÓN</b>	Área de descontaminación y desmontaje, área de prensado.
<p><b>Plataforma móvil controlada por radiotelemando FB 25-FU de la empresa <i>BUMAT</i></b></p> <p>Dimensiones [mm]: 4.400x2.250x167</p> <p>Capacidad de carga máx.: 3000kg</p> <p>Voltaje requerido para cargar la batería: 230 V / 50Hz</p> <p>Velocidad: aprox. 8 - 50 m/min (regulable)</p> <p>Velocidad rotacional: 1-5 rpm</p> <p>Tiempo de funcionamiento: 6 h</p> <p>Alcance máx. del radiotelemando: 100m</p> <p>Sentido de giro: derecha/izquierda</p> <p>[17]</p>	



	 <p>[17]</p>
<b>NOTA</b>	Es importante recalcar que algunos vehículos (los que pesen entre 3000kg y 3500kg) no podrán se transportados en estas plataformas.

## A8. Cinta transportadora

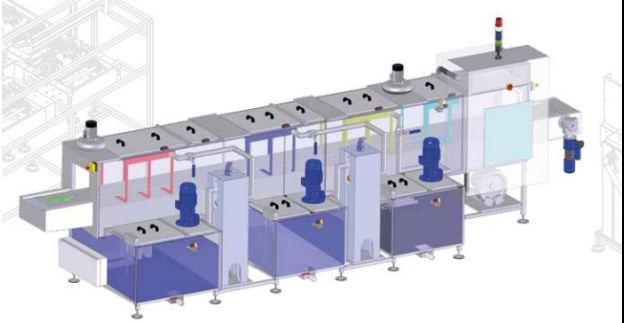
<b>CINTA TRANSPORTADORA DE RODILLOS PARA PALLETS</b>	
<b>UBICACIÓN</b>	Área de desmontaje, área de preparación para la reutilización de componentes.
<p><b>Cinta transportadora de rodillos para carga pesada en pallets, de la empresa Cisco-Eagle</b></p> <p>Dimensiones: anchura recomendada— modelo 58-1/4" (1.47m)</p> <p>Carga máxima: 1000 lb (453.59kg) con soportes en centros 5 '</p> <p>Motor: 1 HP standard - 2 HP max.</p> <p>[49]</p>	



## A9. Prensa óleo hidráulica

PRENSA ÓLEO HIDRÁULICA JCH-200F	
UBICACIÓN	Área de prensado
<p><b>Prensa óleo hidráulica instalada sobre bancada fija JCH-200F, de la empresa Hidroeuropa</b></p> <p>Potencia motor: 75HP./180HP.</p> <p>Medidas de boca de alimentación: 5.000X2.300X1.000 mm.</p> <p>Medidas del paquete: 1.000X600X Variable.</p> <p>Versión: FIJA.</p> <p>Diseñada para: Prensar</p> <p>Materiales que procesa: Metales, Chatarra, Cable, Acero, Estampación.</p> <p>Producción: 15-20 TN/Hora</p> <p>Motor eléctrico</p> <p>Diseñada para el empaquetado de Chatarras y Metales</p> <p>[50]</p>	 <p>[50]</p>

# A10. Túnel de lavado de componentes

TÚNEL DE LAVADO DE COMPONENTES	
UBICACIÓN	Área de preparación de componentes para su recuperación
<p><b>Túnel de lavado de metales multietapas para piezas mecánicas de naturaleza compleja y seriada, de la empresa Teknox.</b></p> <p>Aspiración eléctrica de los vapores</p> <p>Avance accionado por motorreductor (velocidad regulable mediante inversor)</p> <p>Barrera de fotocélulas en la descarga (si no existe la descarga robotizada)</p> <p>Aislamiento total de acero Inox para reducir los costes de gestión</p> <p>Componentes eléctricos Siemens</p> <p>Control del nivel mínimo del líquido en el tanque, para proteger la bomba y la resistencia</p> <p>Control del nivel máximo del líquido en el tanque y electroválvula de carga automática del agua. [51]</p>	 <p>[51]</p>

## ANEXO B: PLANOS

Los planos presentados a continuación han sido realizados con AutoCAD 2018 Versión Estudiante. La leyenda de símbolos es la siguiente:

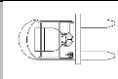
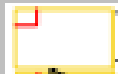
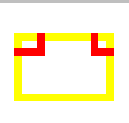
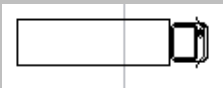
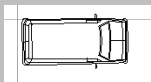
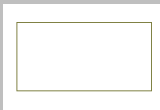
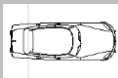






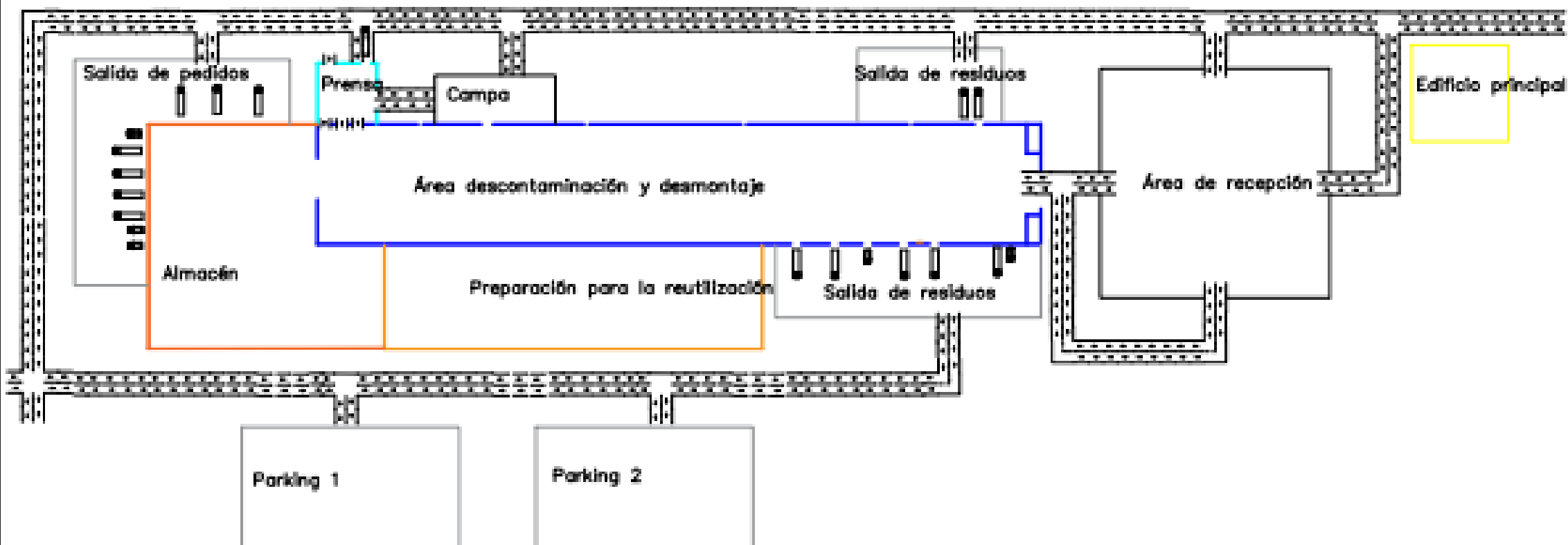
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Carretilla elevadora*
	Puesto estándar de estación de descontaminación/desmontaje de la línea principal (en magenta línea secundaria)
	Puesto de extracción de fluidos (compartido por línea principal y secundaria)
	Camión*
	Furgoneta*
	Plataforma móvil (color verde oscuro)
	VFVU*
	Zona de carga del material
	Equipo de extinción de incendios
	Cinta transportadora
	Zona con recipientes de carbonato sódico y sacos de arena
	Báscula
	Túnel de lavado de componentes

Tabla 15. Leyenda de los planos. \*Bloques obtenidos de la página que aparece en las referencias. [52]

## **B1. Plano general de las instalaciones**



Edificio grande

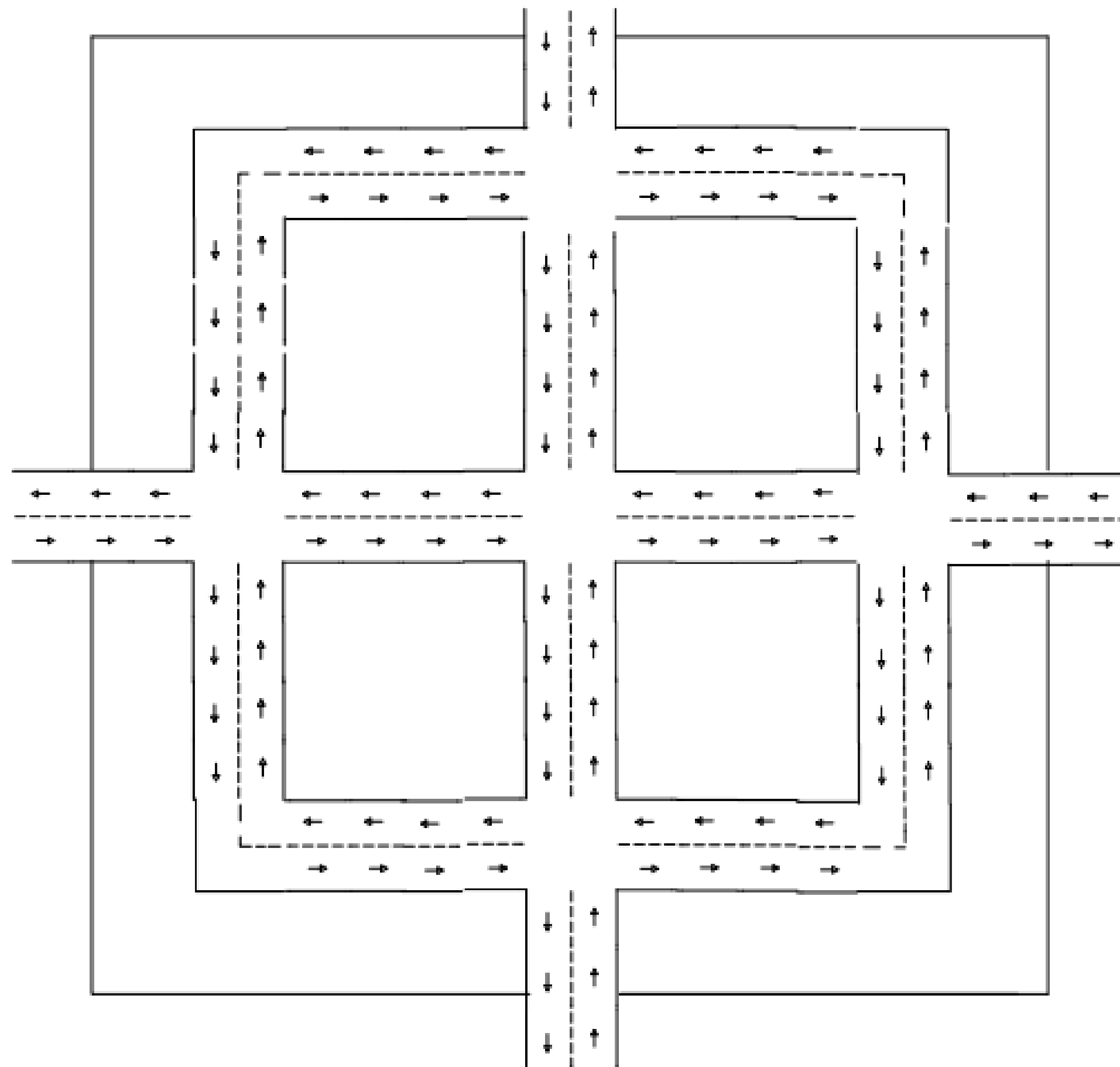
Escala	Sección/Sección	Fecha

Nombre y apellido de la persona  
 Andrea Pila Fernández  
 Grado en Ingeniería  
 Mecánica

Nombre de la persona y título  
 TFG  
 TRABAJO DE FIN  
 DE GRADO  
 CAT

PLANO 81	1
15/09/2018	
1:1000	

## **B2. Plano del área de recepción**



Wala grande

Nº	Building/Building	Floor
1		
2		
3		
4		

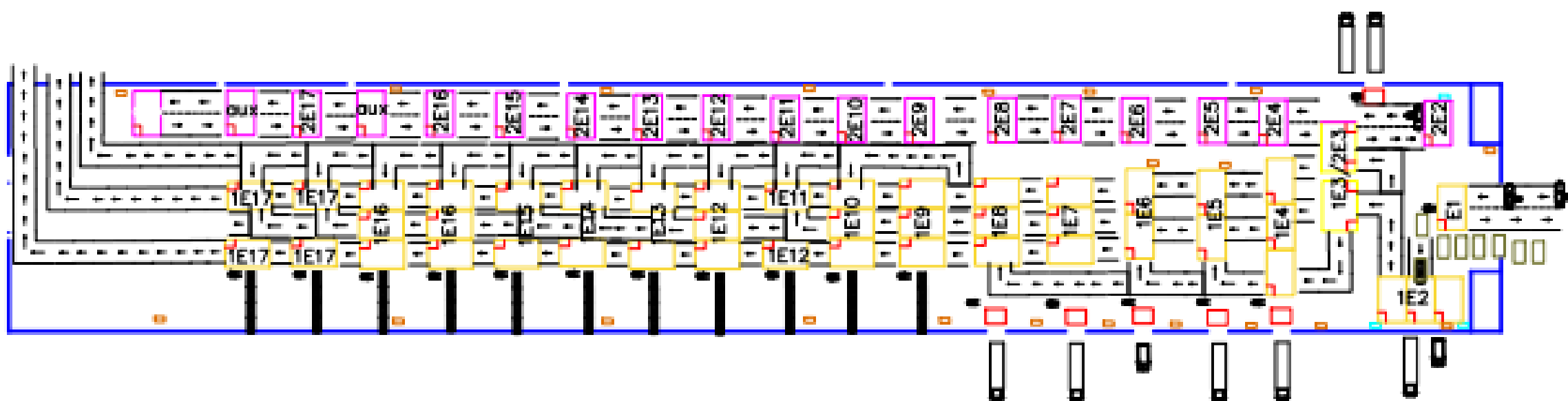
Author and author's name  
 Andrea P16  
 Fernández  
 Grado en Ingeniería  
 Mecánica

Author's name and address  
 TRABAJO DE FIN  
 DE GRADO  
 CAT

PLANO B2	2
15.09.2018	
1:200	



### **B3. Plano del área de descontaminación y desmontaje**



Edificio general

Nº	Nombre/Nombre	Fecha

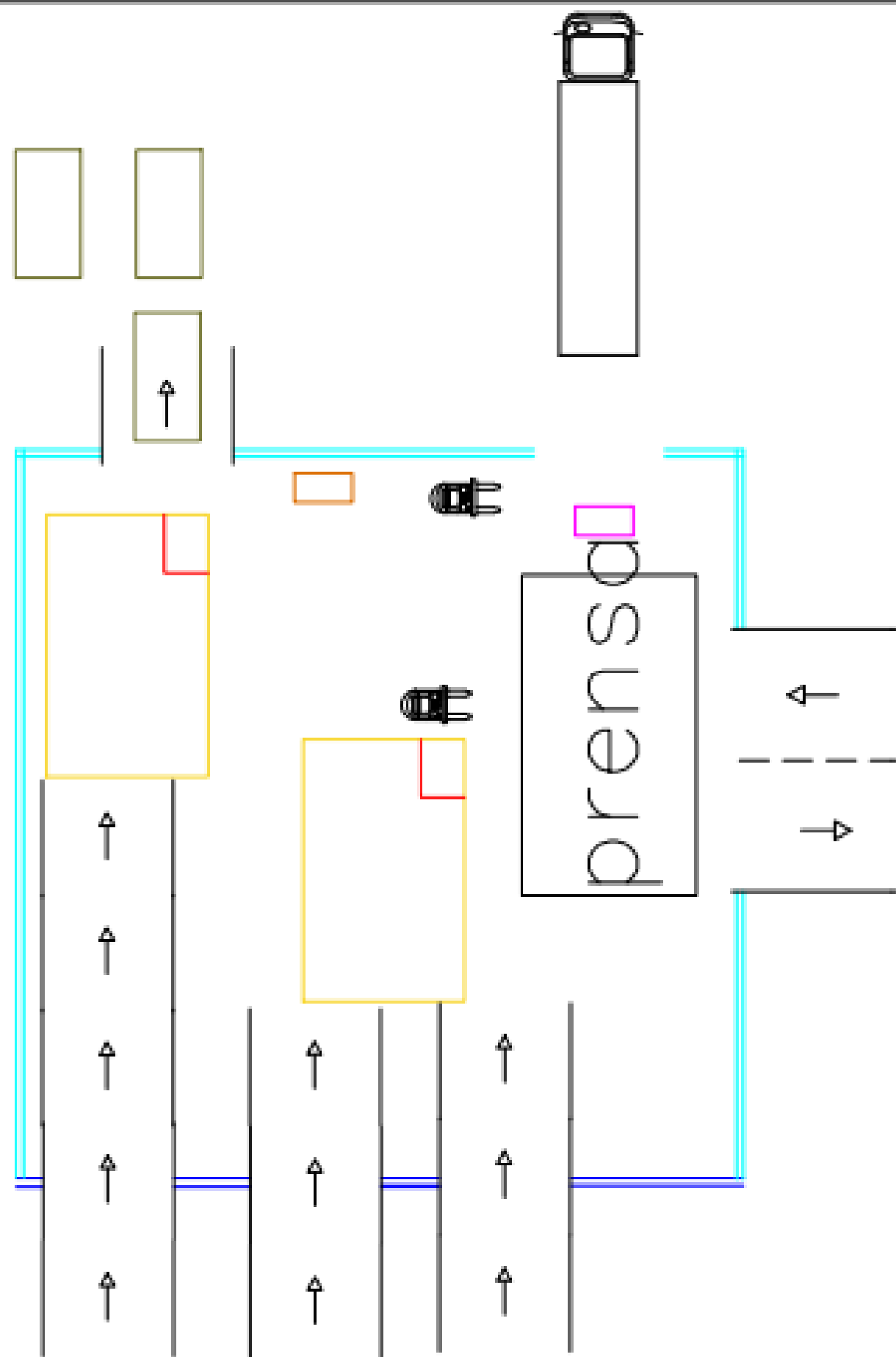
Elaborado y diseñado por el autor  
 Andrea Pila Fernández  
 Grado en Ingeniería  
 Mecánica

Título del proyecto y descripción  
 TRABAJO DE FIN  
 DE GRADO  
 CAT

PLANO B3  
 15.09.2018  
 1:500

3

#### **B4. Plano del área de prensado**



W300 - grande

IP	Sección/Sección	Fecha

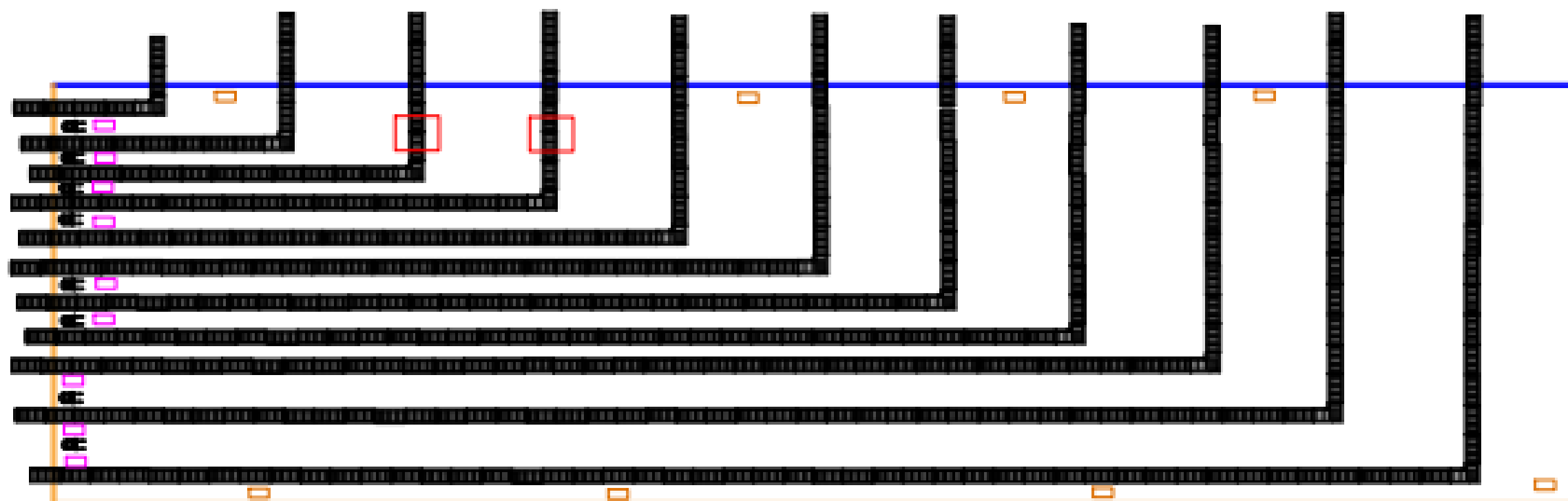
Nombre y Apellido de la persona  
Andrés Pile Fernández  
Grado en Ingeniería  
Mecánica

Nombre de la asignatura y materia  
TRABAJO DE FIN  
DE GRADO  
CAT

PLANO 04  
15.09.2018  
1:100

4

## **B5. Plano del área de preparación de componentes para su reutilización**



Hoja grande

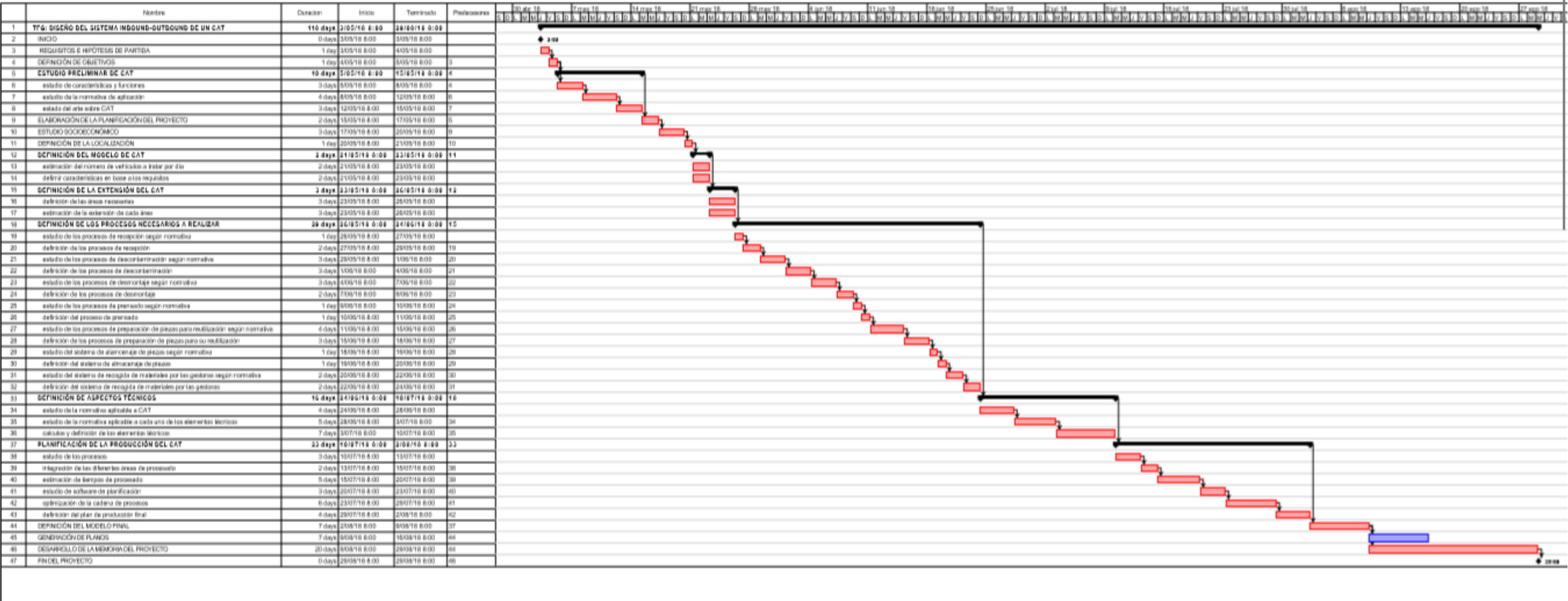
VP	Revisión/Fecha	Fecha

Elaboró y diseñó en el sistema  
**Andrés Pila Fernández**  
 Grado en Ingeniería  
 Mecánica

Trabajo de proyecto de grado  
**TRABAJO DE FIN  
 DE GRADO**  
 CAT

PLANO: 85	Hoja
15.09.2018	5
1:250	

## **ANEXO C: DIAGRAMA DE GANTT**





## REFERENCIAS

- [1] Ministerio de la Presidencia y para las Administraciones Territoriales, «Real Decreto 20/2017, de 20 de enero, sobre los vehículos al final de su vida útil.,» 20 enero 2017. [En línea]. Available: [https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-2017-656](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2017-656). [Último acceso: 21 Septiembre 2018].
- [2] Jefatura del Estado, «Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.,» 28 Julio 2011. [En línea]. Available: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2011-13046>. [Último acceso: 21 Septiembre 2018].
- [3] AENOR, «UNE 26470:2002,» 29 Julio 2007. [En línea]. Available: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0027476>. [Último acceso: 21 Septiembre 2018].
- [4] SIGRAUTO, «Quiénes somos-Socios,» [En línea]. Available: <http://www.sigrauto.com/index.htm>. [Último acceso: 22 Septiembre 2018].
- [5] SIGRAUTO, «Cuántos vehículos fuera de uso se tratan al año,» 2018. [En línea]. Available: <http://www.sigrauto.com/cuants.htm>. [Último acceso: 21 Septiembre 2018].
- [6] SIGRAUTO, «Memoria Anual 2017,» SIGRAUTO, Madrid, 2018.
- [7] Google, «Google Maps,» 2018. [En línea]. Available: <https://www.google.es/maps/>. [Último acceso: 2018].
- [8] N. Navas, «Los reyes del desguace en España,» *El País Economía*, p. 1, 22 Junio 2015.
- [9] LA COMISIÓN FEDERAL DE COMERCIO, «Joyas de Platino,» Julio 2012. [En línea]. Available: <https://www.consumidor.ftc.gov/articulos/s0294-joyas-de-platino>. [Último acceso: 22 Septiembre 2018].
- [10] Agencia Estatal España, «BOE - CÓDIGO DE RESIDUOS Y SUSTANCIAS PELIGROSAS,» 28 Agosto 2018. [En línea]. Available: [https://www.boe.es/legislacion/codigos/codigo.php?id=156\\_Codigo\\_de\\_Residuos\\_\\_y\\_Sustancias\\_Peligrosas&modo=1](https://www.boe.es/legislacion/codigos/codigo.php?id=156_Codigo_de_Residuos__y_Sustancias_Peligrosas&modo=1). [Último acceso: 22 Septiembre 2018].
- [11] DATOS CLIMA, «DATOS AEMET -desde 2013-,» 2018. [En línea]. Available: <https://datosclima.es/Aemet2013/Precipitastad2013.php>. [Último acceso: 22 Septiembre 2018].
- [12] Jungheinrich, «Jungheinrich- Carretillas elevadoras,» 2018. [En línea]. Available: <https://www.jungheinrich.es/productos/vista-rapida-a-nuestras-carretillas/contrapesadas-diesel-y-de-gas/dfgtfg-425s430s435s/>. [Último acceso: 22 Septiembre 2018].
- [13] VELYEN, «Equipo descontaminación vehículo fuera uso,» [En línea]. Available: <http://www.velyen.com/equipo-taller/180/equipo-descontaminacion-vehiculo-fuera-uso/>. [Último acceso: 2018].

22 Septiembre 2018].

- [14] Launchiberica, «Desmontadora de neumáticos HPA M42LL,» [En línea]. Available: <https://www.launchiberica.com/productos/desmontadoras-de-neumaticos/desmontadora-ruedas-neumaticos-hpa-m42ll/>. [Último acceso: 22 Septiembre 2018].
- [15] DYNAVIN, «VENTOSA PARA DESMONTAR PANTALLAS, LUNAS,» [En línea]. Available: <http://www.grupo-dynavin-iberica.com/extraccion/1255-juego-de-ventosas-de-115mm-para-demontaje-de-cristales-para-quitar-abolladuras-en-las-puertas-y-aletas-de-la-carroceria-8435416816709.html>. [Último acceso: 22 Septiembre 2018].
- [16] FLINTEC, «GRAM K2 TORTUGA,» [En línea]. Available: <https://flintec.es/gram-k2-tortuga.html>. [Último acceso: 22 Septiembre 2018].
- [17] BUMAT, «Plataformas móviles controladas por radiotelemando,» [En línea]. Available: <http://www.bumat.com/sp/produkte/fahrbuehnen/fahrbuehnen.html>. [Último acceso: 22 Septiembre 2018].
- [18] Séché Global Solutions, «¿Qué son los PCB?,» [En línea]. Available: <http://tredi-tratamiento-pcb.com/que-son-los-pcb/>. [Último acceso: 22 Septiembre 2018].
- [19] AUTO CRASH, «El airbag es un residuo peligroso pero aprovechable,» *AUTO CRASH*, nº 38, p. 1, 2016.
- [20] M. M. Abad, «¿ Cuántos litros de aceite caben en el cárter de un coche ?,» 6 Enero 2018. [En línea]. Available: <https://faqcar.com/index.php/lubricacion/453--no-se-los-litros-de-aceite-caben-en-el-vehiculo>. [Último acceso: 22 Septiembre 2018].
- [21] A. O. Ortiz, «CAMBIO DEL ACEITE DEL DIFERENCIAL,» *Motores y más*, nº 50, p. 1, 2012.
- [22] HELLA, «CARGAS PARA AIRES ACONDICIONADOS: CANTIDAD DE REFRIGERANTE Y DE ACEITE,» [En línea]. Available: <https://www.hella.com/techworld/es/Tecnica/Climatizacion-de-vehiculos/Carga-aire-acondicionado-2114/#>. [Último acceso: 22 Septiembre 2018].
- [23] amianto net, «Prohibición del amianto,» [En línea]. Available: <https://www.amianto.net/prohibicion-del-amianto>. [Último acceso: 22 Septiembre 2018].
- [24] SAP, «SAP,» [En línea]. Available: <https://www.sap.com/spain/index.html>. [Último acceso: 22 Septiembre 2018].
- [25] FLINTEC, «GRAM K3 MAMUT,» [En línea]. Available: <https://flintec.es/basculas-industriales/serie-mamut.html>. [Último acceso: 22 Septiembre 2018].
- [26] INTERTRANSIT, «Tabla de peso y masa maxima autorizada para transporte terrestre,» [En línea]. Available: <http://www.intertransit.com/tabla-de-peso-y-masa-maxima-autorizada-para-transporte-terrestre/>. [Último acceso: 22. Septiembre 2018].
- [27] Microsoft Corporation, «Elige tu Office,» [En línea]. Available: <https://www.microsoft.com/es->

es/store/b/office?OCID=AID718530\_SEM\_PPI0lb69&gclid=EAiaIQobChMI-MavtMi\_3QIVROJ3Ch13lwppEAAYASAAEgLHVPD\_BwE&activetab=tab:business. [Último acceso: 22 Septiembre 2018].

- [28] Microsoft Corporation, «Comparar las soluciones de administración de proyectos,» [En línea]. Available: <https://products.office.com/es-es/project/compare-microsoft-project-management-software?tab=1>. [Último acceso: 22 Septiembre 2018].
- [29] Autodesk, «AutoCAD-Subscribe,» [En línea]. Available: <https://www.autodesk.es/products/autocad/subscribe?plc=ACDIST&term=1-YEAR&support=ADVANCED&quantity=1>. [Último acceso: 22 Septiembre 2018].
- [30] M. Fernández, «La economía circular: la revolución industrial que viene,» *El Boletín*, 22 Diciembre 2017.
- [31] E. A. Catalá, «Ejecución de Soleras de Hormigón,» 18 Abril 2012. [En línea]. Available: <https://enriquealario.com/ejecucion-de-soleras-de-hormigon/>. [Último acceso: 22 Septiembre 2018].
- [32] Arideck, «Resinas epoxi aplicaciones,» [En línea]. Available: <http://www.arideckcolor.es/resinas-epoxi-aplicaciones/>. [Último acceso: 22 Septiembre 2018].
- [33] Ministerio de Fomento, «Comisión permanente del Hormigón,» [En línea]. Available: [https://www.fomento.gob.es/MFOM/LANG\\_CASTELLANO/ORGANOS\\_COLEGIADOS/MASORGANOS/CPH/instrucciones/](https://www.fomento.gob.es/MFOM/LANG_CASTELLANO/ORGANOS_COLEGIADOS/MASORGANOS/CPH/instrucciones/). [Último acceso: 22 Septiembre 2018].
- [34] Wikipedia, «Solera,» 6 Agosto 2017. [En línea]. Available: <https://es.wikipedia.org/wiki/solera>. [Último acceso: 22 Septiembre 2018].
- [35] Fundación Musaat, «DOCUMENTOS DE ORIENTACIÓN TÉCNICA EN EDIFICACIÓN,» [En línea]. Available: [http://www.fundacionmusaat.musaat.es/files/CS\\_3%20.pdf](http://www.fundacionmusaat.musaat.es/files/CS_3%20.pdf). [Último acceso: 22 Septiembre 2018].
- [36] Hispalhidro, «El decantador decontaminante,» [En línea]. Available: <https://sites.google.com/site/separadoresdehidrocarburos/separador-de-hidrocarburos-decantador-desarenador-para-aguas-de-esorrentia-y-pluviales>. [Último acceso: 22 Septiembre 2018].
- [37] Hispalhidro, «Separador de hidrocarburos para lavadero. Autolavados,» [En línea]. Available: <https://sites.google.com/site/separadoresdehidrocarburos/separador-de-hidrocarburos-para-autolavados-lavadero-vehiculos-coches>. [Último acceso: 22 Septiembre 2018].
- [38] Fiberglas, «ARQUETAS DE DESBASTE,» Marzo 2012. [En línea]. Available: <http://studylib.es/doc/6521217/arquetas-de-desbaste-las-arquetas-%E2%80%9Cfiberglas%E2%80%9D-no-necesitan>. [Último acceso: 22 Septiembre 2018].
- [39] Zehnder pumpen, «SWH-F 500 para utilizar detrás de separadores de grasa,» [En línea]. Available: <https://www.zehnder-pumpen.de/index.php/es/produkte-pl/equipos-elevadores-de-aguas-sucias/swh-f-500->

para-utilizar-detr%C3%A1s-de-separadores-de-grasa. [Último acceso: 22 Septiembre 2018].

- [40] Disset Odiseo, «Contenedor para el reciclaje de baterías usadas,» [En línea]. Available: <https://www.dissetodiseo.com/producto/contenedores-plasticos-homologados-para-baterias/>. [Último acceso: 22 Septiembre 2018].
- [41] Ministerio de Ambiente y Energía (Costa Rica), «GESTIÓN DE PCB GUÍA TÉCNICA,» Diciembre 2015. [En línea]. Available: [http://www.digeca.go.cr/sites/default/files/documentos/guia\\_tecnica\\_gestion\\_pcbs\\_v1\\_2016.pdf](http://www.digeca.go.cr/sites/default/files/documentos/guia_tecnica_gestion_pcbs_v1_2016.pdf). [Último acceso: 22 Septiembre 2018].
- [42] HALECO, «Depósito de polietileno doble pared para aceites usados,» [En línea]. Available: <http://www.haleco.es/producto/031-277-87-deposito-de-polietileno-doble-pared-para-aceites-usados-500-l-96-cm-x-96-cm-x-124-cm/>. [Último acceso: 22 Septiembre 2018].
- [43] Depósitos de Gasóil, «DEPÓSITOS GRG DE PLÁSTICO PARA GASOIL,» [En línea]. Available: <https://www.depositosdegasoil.com/depositos-grg-plastico/>. [Último acceso: 22 Septiembre 2018].
- [44] HALECO, «Productos contaminantes y químicos,» [En línea]. Available: <http://www.haleco.es/producto/046-831-95-deposito-en-polietileno-doble-pared-700-l-114-3-cm-x-70-cm-x-140-cm/>. [Último acceso: 22 Septiembre 2018].
- [45] HALECO, «Cajas Palets,» [En línea]. Available: <http://www.haleco.es/producto/000-703-83-caja-palet-economica-550-l-120-cm-x-80-cm-x-85-cm/>. [Último acceso: 22 Septiembre 2018].
- [46] AutoDrain, «Recuperación del Aire Acondicionado,» [En línea]. Available: <http://autodrain.es/espanol/products/recuperacion-del-aire-acondicionado/>. [Último acceso: 22 Septiembre 2018].
- [47] BOSCH, «Elevadores,» [En línea]. Available: [http://es-ww.bosch-automotive.com/media/parts/brochures\\_1/equipo\\_de\\_taller/Elevadores\\_ES.pdf](http://es-ww.bosch-automotive.com/media/parts/brochures_1/equipo_de_taller/Elevadores_ES.pdf). [Último acceso: 22 Septiembre 2018].
- [48] TRADESEGUR, «BÁSCULA DINÁMICA,» [En línea]. Available: <http://www.tradesegur.com/productos/sv-2/basculas-de-pesaje-de-camiones/bascula-dinamica-wl-104/>. [Último acceso: 22 Septiembre 2018].
- [49] Cisco-eagle, «Extra Heavy Duty Chain Driven Live Roller Conveyor,» [En línea]. Available: <http://www.cisco-eagle.com/catalog/category/3251/26-crr-heavy-duty-straight-chain-driven-conveyor>. [Último acceso: 22 Septiembre 2018].
- [50] Hidroeuropa, «Aplastacoches fijos,» [En línea]. Available: <http://www.hidroeuropa.com/es/productos/chatarra-metales-y-estampacion/aplastacoches-fijos/prensa-aplastacoches-jch-200f>. [Último acceso: 22 Septiembre 2018].

- [51] Teknox, «equipos de limpieza de piezas mecánicas sctor INDUSTRIAL,» [En línea]. Available: [https://www.teknox.net/es/equipos-limpieza-piezas-mecanicas-sctor-industrial/tunel-lavado-metales-multietapas-para-piezas-mecanicas-naturaleza-compleja-seriada\\_22.html](https://www.teknox.net/es/equipos-limpieza-piezas-mecanicas-sctor-industrial/tunel-lavado-metales-multietapas-para-piezas-mecanicas-naturaleza-compleja-seriada_22.html). [Último acceso: 22 Septiembre 2018].
- [52] Bloques AutoCAD, «Bloques AutoCAD gratis para arquitectura,» [En línea]. Available: <https://www.bloquesautocad.com/>. [Último acceso: 22 Septiembre 2018].